

# Les découpages administratifs sont-ils pertinents en analyse immobilière?

## Le cas de Québec

## Does Administrative Segmentation Have a Place in Property Analysis?

## Quebec City Under the Microscope

## ¿Son pertinentes las delimitaciones administrativas en el análisis inmobiliario?

## El caso de la ciudad de Quebec

Marion Voisin, Jean Dubé, Marius Thériault and François Des Rosiers

Volume 54, Number 152, septembre 2010

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/045646ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/045646ar>

[See table of contents](#)

### Publisher(s)

Département de géographie de l'Université Laval

### ISSN

0007-9766 (print)

1708-8968 (digital)

[Explore this journal](#)

### Cite this article

Voisin, M., Dubé, J., Thériault, M. & Des Rosiers, F. (2010). Les découpages administratifs sont-ils pertinents en analyse immobilière? Le cas de Québec. *Cahiers de géographie du Québec*, 54(152), 249–274. <https://doi.org/10.7202/045646ar>

### Article abstract

Quebec City is a patchwork of living spaces matched by a corresponding number of residential sub-markets. Four hundred years of history have spawned a diversified milieu since the city's foundation, in 1608. However, questions have been raised about the appropriateness of administrative segmentation in urban studies. No such thing as an ideal form spatial segmentation exists, but there are approaches that allow the demarcation of fairly homogeneous geographical entities and which can be adapted to given situations. This study presents an historical and morphological (HM) view of spatial segmentation based on historical, sociological and morphological criteria and which stands as an alternative to the usual administrative partitioning typical of residential market studies. Discriminant analyses were used to test the viability of three kinds of segmentation : one, historical and morphological – the approach advocated here – and the other two, administrative, before and after the municipal mergers. In particular, our study, which uses multivariate data and statistics, is focussed on the Quebec City single-family residential market. Finally, the three types of segmentation are integrated into hedonic pricing models and used to measure the extent of their influence on variations in implicit sale prices. Our findings suggest that HM segmentation, though not perfect, is nonetheless more viable than administrative demarcation.

# Les découpages administratifs sont-ils pertinents en analyse immobilière?

## Le cas de Québec

*Does Administrative Segmentation Have a Place in Property Analysis?  
Quebec City Under the Microscope*

*¿Son pertinentes las delimitaciones administrativas en el análisis inmobiliario?  
El caso de la ciudad de Quebec*

---

**Marion VOISIN**  
École supérieure d'aménagement du territoire  
et de développement régional (ESAD)

Université Laval  
Marion.voisin.1@ulaval.ca

**Jean DUBÉ**  
Université du Québec à Rimouski  
Jean\_Dube@uqar.ca

**Marius THÉRIAULT**  
Centre de recherche en aménagement et  
développement (CRAD et ESAD)  
Université Laval

Marius.Theriault@crad.ulaval.ca

**François DES ROSIERS**  
Département de finance, assurance et  
immobilier et CRAD, Université Laval  
Francois.Desrosiers@gui.ulaval.ca

---

### Résumé

La ville de Québec offre une mosaïque d'espaces de vie qui correspondent à autant de sous-marchés résidentiels. Quatre cent ans d'histoire ont produit une agglomération diversifiée, depuis sa fondation en 1608. Toutefois, on peut remettre en question la pertinence des découpages administratifs pour réaliser des études urbaines. S'il n'y a pas de découpage spatial idéal, des approches permettent néanmoins de délimiter des ensembles géographiques relativement homogènes, eu égard à une problématique donnée. Cet article présente une segmentation spatiale du territoire, basée sur des critères historiques, sociologiques et morphologiques, comme alternative aux partitions administratives pour réaliser des études du marché résidentiel. Des analyses discriminantes ont permis de comparer la performance de trois découpages : celui proposé – l'historico-morphologique (HM) et deux administratifs, celui avant et celui après les fusions municipales. L'étude porte sur le marché unifamilial de Québec et utilise des données multidimensionnelles. Enfin, les trois découpages sont intégrés dans des modèles de prix hédoniques afin de tester leur pertinence pour mesurer les variations des prix implicites. Les résultats suggèrent que la partition HM est plus efficace que les découpages administratifs, tout en étant perfectible.

### Mots-clés

Segmentation spatiale, marchés immobiliers, analyse discriminante, modélisation des prix hédoniques.



## Abstract

Quebec City is a patchwork of living spaces matched by a corresponding number of residential sub-markets. Four hundred years of history have spawned a diversified milieu since the city's foundation, in 1608. However, questions have been raised about the appropriateness of administrative segmentation in urban studies. No such thing as an ideal form spatial segmentation exists, but there are approaches that allow the demarcation of fairly homogeneous geographical entities and which can be adapted to given situations. This study presents an historical and morphological (HM) view of spatial segmentation based on historical, sociological and morphological criteria and which stands as an alternative to the usual administrative partitioning typical of residential market studies. Discriminant analyses were used to test the viability of three kinds of segmentation: one, historical and morphological – the approach advocated here – and the other two, administrative, before and after the municipal mergers. In particular, our study, which uses multivariate data and statistics, is focussed on the Quebec City single-family residential market. Finally, the three types of segmentation are integrated into hedonic pricing models and used to measure the extent of their influence on variations in implicit sale prices. Our findings suggest that HM segmentation, though not perfect, is nonetheless more viable than administrative demarcation.

## Keywords

Spatial segmentation, real estate market, discriminant analysis, hedonic price model.

## Resumen

La ciudad de Quebec ofrece tantos mosaicos de espacios de vida como sub-mercados residenciales. Desde su fundación en el año 1608, cuatrocientos años de historia han producido una aglomeración diversificada. Sin embargo, con el fin de realizar estudios urbanos se puede cuestionar la pertinencia de las delimitaciones administrativas. Bien que no exista una delimitación espacial ideal, ciertas aproximaciones permitirán de delimitar conjuntos geográficos relativamente homogéneos según una problemática dada. Este artículo presenta una segmentación espacial del territorio según criterios históricos, sociológicos y morfológicos, como alternativa a delimitaciones administrativas, para realizar estudios de mercado residencial. Análisis discriminantes han permitido comparar el funcionamiento de tres divisiones: el histórico morfológico (HM) propuesto, más dos administrativos, uno anterior y otro posterior a las fusiones municipales. El presente estudio trata del mercado unifamiliar de la ciudad de Quebec utilizando datos multidimensionales. Finalmente, las tres divisiones se integran en modelos «hedónicos» de precios, para así medir las variaciones de los precios implícitos. Los resultados sugieren que la partición HM es más eficaz que las divisiones administrativas, siendo estas perfectibles.

## Palabras claves

Segmentación espacial, mercados inmobiliarios, análisis discriminante, modelización «hedónica» de precios.



L'hédonisme, du grec *hédonè* « plaisir », est une doctrine philosophique prônée par plusieurs penseurs de l'antiquité, dont Épicure, et qui fait du plaisir le but de l'existence. En immobilier, l'évaluation des prix hédoniques repose sur l'idée qu'une propriété résidentielle est un bien complexe constitué de plusieurs attributs qui apportent chacun un certain degré d'utilité, ou de satisfaction, aux consommateurs et dont on peut mesurer la valeur monétaire, capitalisée dans le prix de vente. À chaque caractéristique est ainsi rattachée une valeur vénale qui constitue son prix hédonique, ou implicite. Une caractéristique peut être intrinsèque à la propriété – nombre de salles de bain par exemple – ou extrinsèque, c'est-à-dire relative au type d'espace dans lequel s'inscrit la propriété, par exemple, la qualité du milieu socioéconomique, l'accessibilité aux services, la présence d'arbres matures dans le voisinage, etc. La caractérisation spatiale a d'ailleurs donné naissance à l'un des mantras les plus connus, pour ne pas dire éculés, en immobilier : « localisation, localisation, localisation ». Deux maisons identiques sont vendues à des prix différents, car situées dans des espaces différents. Cette formule met l'accent sur l'importance donnée aux caractéristiques de situation géographique, appelées aussi contextuelles, et qui, dans certains cas, apportent une contribution à la valeur d'une propriété égale ou supérieure à celle des seuls attributs physiques. L'ensemble de ces caractéristiques, intrinsèques et contextuelles, participe à définir des sous-marchés résidentiels à l'intérieur d'une ville. Les ressemblances regroupent les propriétés similaires, alors que les différences aident à tracer les limites entre des secteurs relativement homogènes.

Les 552 km<sup>2</sup> de l'ancienne Communauté urbaine de Québec (CUQ) offrent une mosaïque d'espaces de vie diversifiés. Quatre cent ans d'histoire ont façonné l'agglomération depuis les premières fondations aux abords du fleuve Saint-Laurent en 1608 jusqu'à notre ère (Courville, 2000). Les appropriations successives du sol par les colons, les militaires, les hommes d'Église et les premiers marchands, les guerres, les enjeux industriels, la croissance démographique ont façonné la ville, ses faubourgs et sa périphérie. Au XX<sup>e</sup> siècle, l'arrivée de moyens de communication plus performants, la hausse des salaires, la tertiarisation de l'économie et un changement dans la demande pour la qualité de vie ont favorisé l'étalement des banlieues et le développement d'un réseau routier et autoroutier particulièrement dense (Ritchot *et al.*, 1994). Les découpages administratifs actuels résultent de ces transformations graduelles. À la suite des fusions municipales de 2002, la géographie des huit arrondissements de la ville de Québec a remplacé celle des treize municipalités de l'ancienne CUQ. En 2006, les municipalités de Saint-Augustin-de-Desmaures et de L'Ancienne-Lorette sont réapparues, après un vote de dé-fusion. En novembre 2009, les huit arrondissements de 2002 sont restructurés pour en former six. Cet enchevêtrement de limites instables complique la mise en œuvre d'études urbaines, notamment les recherches portant sur les dynamiques immobilières, car il est très improbable que les limites spatiales des sous-marchés soient vraiment dépendantes de ces trépidations politiques. Les limites administratives sont-elles suffisantes pour réaliser des études de géographie urbaine économique? Comment peut-on améliorer la segmentation des marchés résidentiels?

## La question des découpages spatiaux

À l'interface de la géographie, de l'urbanisme, de la sociologie et de l'économie, les transformations urbaines forment et réforment les territoires. Depuis les premiers modèles agraires de Von Thünen en 1826, puis par la suite dans les études effectuées

par les chercheurs de l'École de Chicago durant les années 1920-1940 (Grafmeyer et Joseph, 2004), les géographes tentent de comprendre comment les phénomènes spatiaux et territoriaux interagissent et quelles sont les conséquences pour la compréhension des processus sociaux et économiques. Une des manières usuelles de prendre en compte l'impact de la situation géographique repose sur les limites administratives en vigueur : limites de municipalités, de provinces, d'États. Ces découpages géographiques de référence, appelés aussi de « convenance », présentent l'avantage de faciliter les comparaisons entre différentes études ou entre différentes périodes, dans la mesure où leurs limites sont le plus souvent fixes. Dans les études menées sur les dynamiques immobilières qui prévalent au sein de la CUQ, les chercheurs ont souvent intégré ces partitions administratives afin de mesurer l'impact de la localisation sur les prix de vente (Des Rosiers et Thériault, 1996).

Or, à Québec comme ailleurs, les entités administratives ne sont pas immuables et font régulièrement l'objet de réorganisation territoriale. De plus, l'inconvénient majeur de ces limites politiques est de ne pas toujours correspondre aux limites fonctionnelles de la ville (Kaufmann, 2008). En effet, ce sont surtout à l'intérieur de ces dernières que s'organisent les activités humaines et que se forment les territoires (Decroly et Grasland, 1996). L'aire d'action de chaque individu est fonction du temps et du budget disponibles, ainsi que de la localisation des opportunités accessibles (Hägerstrand, 1970) selon l'échelle de temps considérée. Les déplacements n'ont pas la même durée, selon les motifs (Thériault *et al.*, 2005) et le moment (Kaufmann, 2008) ou selon les profils démosociologiques (Kestens *et al.*, 2006). Les frontières de ces territoires fonctionnels sont donc floues et évolutives (Pumain, 1996). Pour les besoins de l'analyse urbaine, il n'existe pas de découpage idéal, mais des découpages adaptés selon les problématiques abordées, en fonction des compromis effectués entre le respect des lois de confidentialité ou de protection de la vie privée et l'échelle retenue. Ces choix sont déterminants, en particulier dans les analyses statistiques, notamment en raison de problèmes d'aire spatiale modifiable (Reynolds, 1998), d'erreurs écologiques (Openshaw, 1984) et d'autocorrélation spatiale (Ord et Getis, 1995). Les conséquences sur la validité des résultats sont importantes, notamment dans les études sur les valeurs immobilières et foncières (Dubin, 1988 ; Tu *et al.*, 2007).

C'est pourquoi les économistes et les géographes sont intéressés par la segmentation spatiale des villes en sous-marchés résidentiels. Les marchés immobiliers font partie intégrante du territoire dans la mesure où la valeur d'une propriété est, en grande partie, fonction de son site physique (une vue sur le fleuve) et de sa situation géographique dans le système urbain (à proximité d'une école). Le terme de sous-marché est implicitement déterminé par les théories de localisation résidentielle (Jones, 2002) qui tiennent compte de l'ensemble des composantes du territoire et de leurs interactions. Cependant, il n'a pas de définition formelle universelle (Watkins, 2001). *Primo*, on peut distinguer diverses modalités d'occupation du logement, depuis la location jusqu'à la propriété exclusive, en passant par la copropriété. *Secundo*, on peut distinguer les produits selon la nature architecturale des bâtiments concernés : du résidentiel détaché jusqu'à la tour d'habitation. *Tertio*, à l'instar des évaluateurs d'immeubles, on peut segmenter le territoire selon les caractéristiques des populations concernées et le caractère plus ou moins attractif des milieux locaux (externalités urbaines). Dans un contexte spatial, Cliff *et al.* (1975) considèrent trois critères d'identification de sous-marchés : simplicité – quelques sous-marchés sont préférables à trop de divisions

(parcimonie) ; similarité/discrimination – optimiser les ressemblances à l'intérieur des sous-marchés et maximiser les dissemblances entre les sous-marchés ; contiguïté – un sous-marché doit constituer une entité territoriale continue. Il s'agit donc d'espaces homogènes, continus et contigus, qui ne sont toutefois pas assimilables aux «voisinages», mais à la combinaison de plusieurs voisinages similaires (Tu *et al.*, 2007).

Dans la documentation scientifique, les sous-marchés sont souvent identifiés sur une base *ad hoc* plutôt qu'en utilisant des techniques explicites et documentées (Palm, 1978). Goodman (1981) a testé la pertinence des limites de quartiers et Gabriel (1984) a utilisé les caractéristiques raciales déclarées lors des recensements pour former des secteurs de sous-marché. Palm (1978) a mixé les compositions raciales et les revenus. Bien que variables selon les contextes spécifiques des villes étudiées, tous les chercheurs ont trouvé des différences entre la valeur marchande des propriétés selon la localisation. D'autres chercheurs ont privilégié des méthodes statistiques afin de définir les sous-marchés. Maclennan et Tu (1996) ont appliqué l'analyse de regroupement (*cluster analysis*) à l'identification des sous-marchés. Récemment, Tu *et al.* (2007) ont innové en regroupant les propriétés pour lesquelles l'autocorrélation spatiale contenue dans les résidus d'un modèle de prix hédoniques était comparable. Lockwood (2009) a développé une segmentation pour le marché immobilier d'Adélaïde grâce à l'estimation, par régression hédonique géographiquement pondérée (GWR), de la «structure résidentielle de vie» représentée par une cinquantaine de variables intrinsèques et exogènes de propriété regroupées en 10 composantes principales. Enfin, Bourrassa *et al.* (2003) ont également testé un vaste éventail de méthodes de segmentation dans des modèles de prix hédoniques et ont confirmé que l'introduction de variables binaires identifiant les sous-marchés constitue une technique performante. Par souci de simplicité, c'est cette dernière méthode qui est retenue dans cet article.

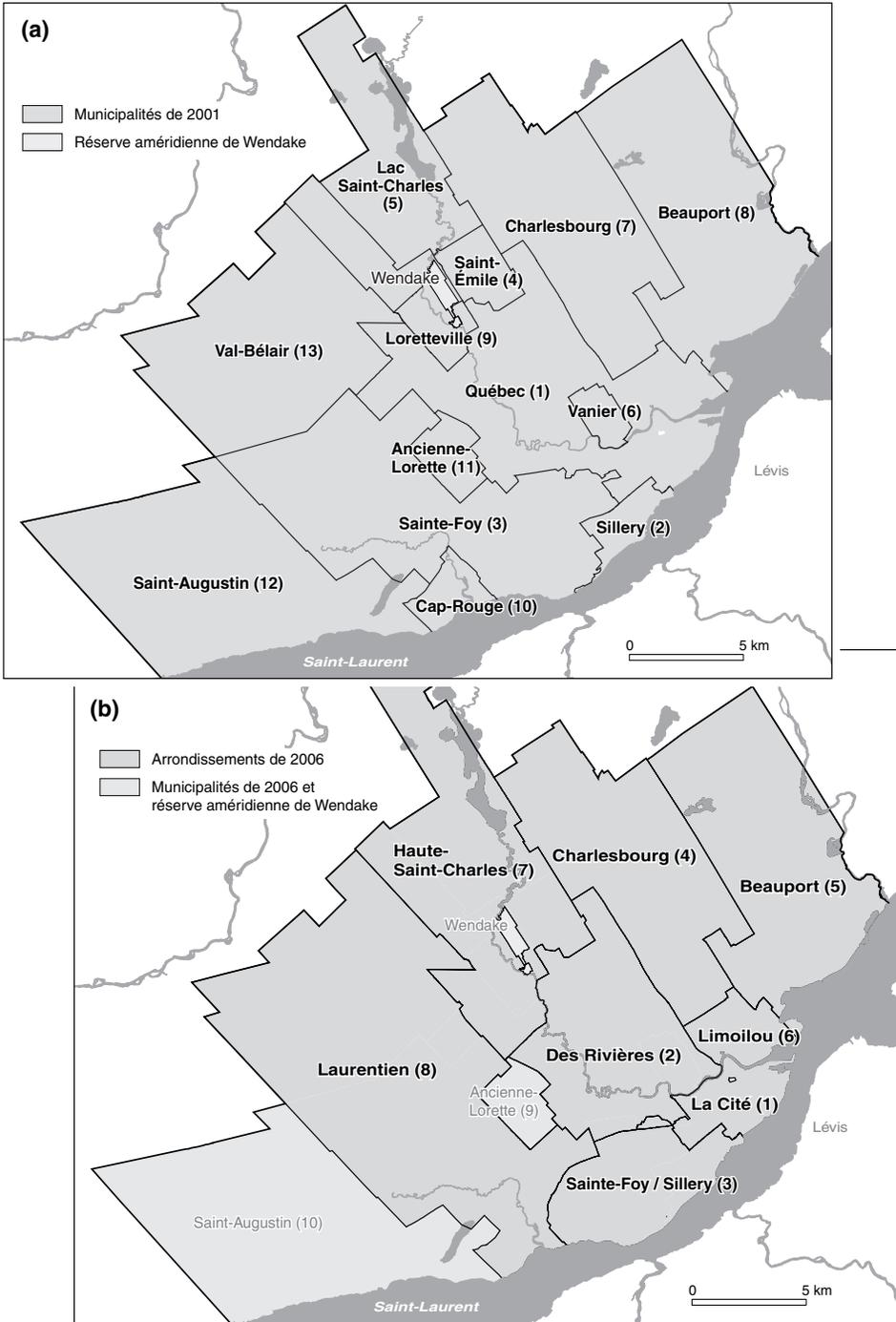
L'objectif de cette étude consiste à proposer et valider un découpage fonctionnel du territoire de l'ancienne CUQ en sous-marchés résidentiels pour des fins d'analyse immobilière. La première partie présente une nouvelle approche de segmentation territoriale en sous-marchés résidentiels. Ensuite, un inventaire des données utilisées pour comparer cette dernière avec deux découpages administratifs (avant les fusions de 2002, figure 1) précède une analyse du pouvoir discriminant des trois méthodes (sous-marchés territorialisés), de leur homogénéité et de leur stabilité. Enfin, les trois découpages sont confrontés dans des modèles de prix hédoniques, afin de tester le potentiel explicatif des sous-marchés (variations du prix de base des résidences) qu'elles induisent. Une conclusion synthétise les résultats.

## Segmentation historico-morphologique des sous-marchés

La segmentation proposée des marchés résidentiels d'unifamiliales est basée sur une grille d'analyse combinant trois critères : historique du développement urbain (phases de peuplement et attributs des résidents) ; morphologie urbaine reliée au cadre bâti et au réseau viaire (caractéristiques formelles et fonctionnelles) ; présence de barrières liées à l'hydrographie et aux autoroutes. Les territoires sont formés par agrégation de secteurs de recensement, un des découpages du recensement de Statistique Canada (figure 2).

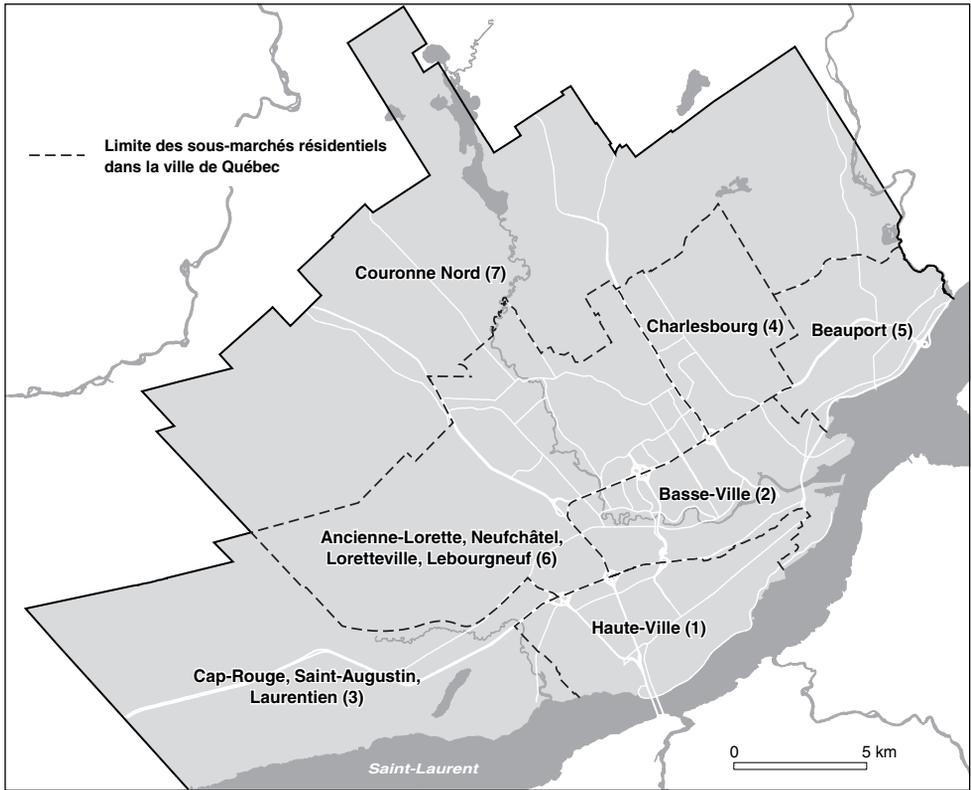


**Figure 1 Segmentation selon les limites des municipalités de 2001 et les arrondissements de 2006**



Source : Communauté urbaine de Québec et Ville de Québec

**Figure 2 Segmentation selon les entités historico-morphologiques**



Contrairement à une analyse de groupement, cette procédure facilite la prise en compte simultanée des trois critères énumérés par Cliff *et al.* (1975), tout en favorisant un lien avec les méthodes de délimitation des unités de voisinage couramment en usage dans le domaine de l'évaluation immobilière. L'agrégation proposée tient également compte de la configuration des limites administratives actuelles ainsi que des barrières dans le paysage. De plus, cette segmentation s'inspire du modèle concentrique-sectoriel de Hoyt (Grafmeyer et Joseph, 2004) et met en relief la dualité Haute-Ville/Basse-Ville, ainsi que la structure centre-périphérie de l'agglomération. La segmentation combine des critères : 1) sociologiques : localisation des ménages selon leur composition ; 2) spatiaux : configuration des infrastructures de transport et des services ; 3) territoriaux : construction historique liée aux phases de développement des anciens noyaux villageois et à la spécialisation du sol, et construction politique relative aux fusions et aux dé-fusions municipales (voir annexe 1). Enfin, les entités retenues concentrent un nombre suffisant de transactions immobilières pour répondre aux contraintes statistiques inhérentes aux modèles de prix hédoniques utilisés en évaluation immobilière de masse (Goodman et Thibodeau, 2003) et dans l'approche des ventes répétées (Case et Shiller, 1987 ; Dubé *et al.*, 2010). Ce dernier objectif est souvent irréalisable avec les seuls découpages administratifs.



L'entité territoriale 1 (Haute-Ville) réunit l'arrondissement historique du Vieux-Québec (ICOMOS, 1985), ainsi que les premiers secteurs développés par la bourgeoisie locale avec ses larges allées arborées et bien entretenues (colline Parlementaire, Montcalm, Saint-Jean-Baptiste, Saint-Sacrement) et ceux qui résultent d'un développement plus contemporain, qui sont également les plus aisés (Sillery et le sud de Sainte-Foy). Le prix moyen par mètre carré d'aire habitable est de 967\$ (moyenne de l'agglomération : 843\$). Le pourcentage de détenteurs de diplômes universitaires y est le plus élevé de la région (44%, moyenne de 23%). Ce secteur regroupe la grande majorité des fonctions « nobles », des établissements publics et des sièges sociaux de sociétés privées. Il s'agit du centre axial de l'ancienne CUQ, qui s'étend du centre historique (colline Parlementaire et Vieux-Québec) au ministère du Revenu en passant par le centre économique de Sainte-Foy, et le campus de l'Université Laval. Par opposition, l'entité territoriale 2 (Basse-Ville) rassemble les plus anciens faubourgs ouvriers et centraux de la Basse-Ville de Québec (le port de Québec, Saint-Roch, Saint-Sauveur, Limoilou), ainsi que des quartiers plus récents (Vanier et Duberger-Les Saules). Elle forme la partie la moins favorisée des premières banlieues industrielles, autour des rives de la rivière Saint-Charles. Le prix moyen au mètre carré habitable est de 685\$. En 1996, la population y est très peu scolarisée (13% de diplômés universitaires) et le revenu moyen par ménage est le plus bas de la ville (34 335 \$, moyenne de 48 424\$).

En première couronne périphérique, on distingue quatre entités spatiales. À l'ouest, les anciennes municipalités de Cap-Rouge, Saint-Augustin-de-Desmaures ainsi qu'une partie de l'arrondissement Laurentien (CRSADL) forment l'entité 3 qui regroupe des ménages aux caractéristiques socioéconomiques comparables, attirés par les avantages de site (grands terrains à proximité du fleuve Saint-Laurent) et de situation (le long de l'autoroute 40 en direction de Montréal). Ils affichent les revenus les plus élevés de l'ancienne CUQ (63 408\$) et les populations sont fortement scolarisées (41% de diplômés universitaires). Le prix moyen au mètre carré habitable est de 937\$. La majeure partie (62%) de cette banlieue cossue n'est pas urbanisée. Il s'agit également de la dernière grande zone agricole de l'ancienne CUQ. À l'est, les arrondissements de Charlesbourg et de Beauport ont été scindés pour tenir compte des phases de développement urbain et de la variété des paysages : le sud héberge le centre patrimonial du Trait-Carré de Charlesbourg (entité 4, incluant les anciennes municipalités de Charlesbourg-Est et d'Orsainville) et l'ancien bourg agricole de Beauport (entité 5, incluant les anciennes municipalités de Giffard, Montmorency, Courville, Villeneuve et Sainte-Thérèse-de-Lisieux), tandis que le nord de ces arrondissements a été rattaché à la périphérie nord de l'ancienne CUQ (entité 7) caractérisée par la discontinuité du tissu urbain. Plus au centre, les secteurs de L'Ancienne-Lorette, Neufchâtel, Loretteville et Lebourgneuf (ALNLL, entité 6) constituent des banlieues résidentielles de classe moyenne. Le prix moyen au mètre carré habitable y est de 848\$ et le revenu médian par ménage de 49 845 \$. Il s'agit de banlieues qui se sont développées autour de vieux noyaux villageois, mais qui sont encore en phase de consolidation du tissu urbain.

En deuxième couronne (Couronne Nord, entité 7), Lac-Saint-Charles, Saint-Émile, Val-Bélair et le nord de Beauport et de Charlesbourg constituent un espace d'habitat plutôt dispersé, majoritairement composé de résidences isolées et récentes. La zone bâtie est essentiellement concentrée au sud, tournée vers le centre de l'agglomération, alors que presque 68% de l'espace est occupé par la forêt, ainsi que par des carrières, des sablières et des terres agricoles ou en friche. Traditionnellement lieux de villégiature

(Ritchot *et al.*, 1994), ces secteurs offrent aux habitants tous les services de proximité dans un milieu de vie périurbain, ainsi que des résidences aux prix abordables (le prix moyen au mètre carré habitable est de 811 \$), ce qui attire bon nombre de jeunes familles désireuses d'accéder à la propriété à moindre coût.

## Données utilisées pour comparer et modéliser les marchés

L'analyse comparative des segmentations spatiales utilise les données sur les ventes de résidences unifamiliales (bungalows, cottages et attachées) effectuées entre 1986 et 1996 sur le territoire de la CUQ. Dubé *et al.* (2008) montrent que le processus de détermination des valeurs est stable pour l'ensemble de l'ancienne CUQ durant cette décennie. L'objectif de cet article étant de refléter une réalité structurelle et conjoncturelle à un moment déterminé, nous avons choisi de ne pas utiliser une banque de données des transactions réalisées entre 1994 et 2004 sur le même territoire, parce que cette période a été caractérisée, à Québec, par une forte croissance des prix à des rythmes variables selon les sous-marchés, induisant une complexité supplémentaire. Une étude de ces différenciations spatio-temporelles a fait l'objet d'une communication dont le texte sera éventuellement publié (Dubé et Voisin, 2010). Considérant qu'une ville se décrit par sa charpente autant que par la manière dont elle est vécue (Remy et Voyé, 1992), par sa fonctionnalité autant que par la morphologie de son bâti (Kaufmann, 2008), trois types d'information sont utilisés dans les analyses discriminantes ainsi que dans les modèles de prix hédoniques (tableau 1).

Premièrement, les descriptions physiques des résidences proviennent du rôle d'évaluation municipal. L'échantillon est constitué d'unités unifamiliales vendues entre 35 000 \$ et 250 000 \$, de 1986 à 1996 inclusivement. Cette restriction de la fourchette de prix évite d'inclure des propriétés résidentielles trop exceptionnelles dans l'analyse (ventes à un dollar, résidences mobiles, résidences de très haut standing, etc.), notamment parce qu'elles ne peuvent être décrites avec les mêmes indicateurs que les autres propriétés. Le prix moyen est d'un peu plus de 91 000 \$, pour une superficie moyenne habitable de 110 m<sup>2</sup> et une superficie moyenne de terrain de 660 m<sup>2</sup>. L'échantillon est composé de bungalows (résidence unifamiliale détachée comportant un seul étage hors sol) dans une proportion de 70%. Au total, 19 916 transactions sont retenues. Deuxièmement, des caractéristiques issues du recensement de Statistique Canada de 1996 (par secteur de dénombrement) renseignent sur le contexte socioéconomique du voisinage immédiat des résidences. Troisièmement, des indices d'accessibilité aux lieux d'activité (emplois, loisirs, soins de santé, enseignement et consommation) sont ajoutés afin d'intégrer une dimension structurelle à l'étude. Ces indices sont basés sur l'observation des temps de déplacement en automobile déclarés durant l'enquête Origine-Destination de 2001<sup>1</sup>. Ces distributions ont permis d'établir des indicateurs de propension à se déplacer, synthétisés par type de personnes/ménages, afin de produire des indices « normalisés » d'accessibilité considérant l'acceptabilité des déplacements en automobile vers les points de service dispersés sur le territoire (Thériault *et al.*, 2005). Ces indices reflètent en partie l'organisation spatiale des fonctions du territoire (distribution géographique) telles que pratiquées par les résidents, ainsi que leurs rapports aux lieux selon la structure des réseaux de transport.

1 Enquête sur les déplacements quotidiens d'un échantillon représentatif de ménages résidant dans la région urbaine de Québec, et réalisée par le ministère des Transports du Québec et le Réseau de transport de la Capitale.

**Tableau 1 Statistiques descriptives** (N= 19 916)

Transaction immobilière	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Asymétrie	Aplatissement	Type
Prix de vente de la résidence (\$)*	35 000	250 000	91 331	34 471	1,551	3,173	M

**Caractéristiques physiques des résidences**

Aire habitable (m <sup>2</sup> )	38,28	497,29	109,443	34,693	2,020	7,006	M
Superficie du terrain (m <sup>2</sup> )	59,1	9764,7	660,508	418,353	7,394	97,354	M
Âge apparent (années ; rénovations)	0	86	16,242	11,973	0,652	0,192	M
Indice de qualité de la résidence	-3	2	-0,034	0,279	-1,974	22,990	R
Bungalow (plain-pied détaché)	0	1	0,697	0,460	-0,855	-1,268	B
Attaché* (jumelé et maison en rangée)	0	1	0,062	0,241	3,631	11,183	B
Cottage* (maison à étages)	0	1	0,241	0,428	1,209	-0,538	B
Nombre de cabinets de toilette*	1	6	1,617	0,551	0,235	-0,055	M
Sous-sol aménagé*	0	1	0,496	0,500	0,018	-2,000	B
51% des murs extérieurs en brique*	0	1	0,247	0,431	1,172	-0,627	B
Foyer* (présence)	0	7	0,237	0,459	1,992	6,996	B
Fondations de qualité supérieure*	0	1	0,312	0,463	0,811	-1,343	B
Escalier en bois* (présence)	0	1	0,152	0,359	1,934	1,741	B
Comptoir de qualité supérieure*	0	1	0,000	0,058	17,027	287,958	B
Luminosité inférieure*	0	1	0,002	0,337	2,189	2,791	B
Garage attaché simple* (présence)	0	1	0,043	0,203	4,501	18,262	B
Garage détaché simple* (présence)	0	1	0,086	0,280	2,960	6,763	B
Garage attaché double* (présence)	0	1	0,020	0,139	6,926	45,968	B
Garage détaché double* (présence)	0	1	0,047	0,211	4,287	16,377	B
Terrasse* (présence)	0	1	0,001	0,129	7,468	53,780	B
Piscine extérieure creusée* (présence)	0	1	0,042	0,201	4,550	18,702	B
Rattachement au réseau d'aqueduc*	0	1	0,986	0,117	-8,293	66,786	B

**Attributs du voisinage immédiat (recensement de 1996 par secteur de dénombrement)**

Diplômes universitaires (%)	0	68,5	22,373	14,515	0,909	-0,089	M
Diplômes d'études secondaires (%)	27,7	98,4	74,380	11,519	-0,574	0,146	M
Familles monoparentales (%)	0	65,9	11,853	5,254	1,206	2,408	M
Revenu médian des ménages (\$)	9 866	114 657	48 803	13 495	0,653	1,846	M

**Indicateurs d'accessibilité aux marchés de l'emploi et aux services (en automobile)**

Accessibilité au travail	0	100	61,219	22,225	-0,213	-0,872	M
Accessibilité aux études (adultes)	0	100	55,765	22,052	0,068	-1,032	M
Accessibilité aux soins de santé (adultes)	0	100	47,299	23,847	0,208	-0,947	M
Accessibilité à l'épicerie (familles)	0	100	38,006	23,419	0,472	-0,668	M
Accessibilité aux loisirs (familles)	0	100	45,911	23,503	0,285	-0,898	M
Accessibilité au magasinage (familles)	0	100	40,437	25,441	0,313	-0,853	M

\* Variables utilisées uniquement pour la régression hédonique. Les autres variables ont été utilisées pour l'analyse discriminante des découpages en sous-marchés et pour la modélisation hédonique.

Type de variable : M= métrique, R= rang, B= binaire

L'hypothèse est que la segmentation historico-morphologique (HM) des sous-marchés (figure 2) est mieux adaptée pour étudier les variations de formation des prix de vente des résidences que deux découpages administratifs : les 13 municipalités de l'ancienne CUQ en vigueur jusqu'en 2001 (figure 1a) et les 8 arrondissements de la nouvelle ville de Québec depuis 2006, auxquels sont ajoutées les villes de Saint-Augustin-de-Desmaures et de L'Ancienne-Lorette, afin de conserver une échelle d'analyse comparable (figure 1b).

## Comparaison des segmentations historico-morphologique et administratives par analyses discriminantes

Des analyses discriminantes (AD) multivariées permettent de comparer la performance des découpages en utilisant les variables mentionnées au tableau 1 (excluant celles identifiées par un astérisque), afin de déterminer l'aptitude de chaque découpage à bien caractériser les effets locaux assimilés aux classes d'entités HM, de municipalités ou d'arrondissements. Introduite par Fisher en 1936, l'analyse discriminante sert à étudier les différences entre plusieurs populations (ou classes d'individus) en considérant simultanément plusieurs variables corrélées (Klecka, 1980). Cette méthode recherche plusieurs combinaisons linéaires orthogonales des variables (fonctions discriminantes) qui maximisent les variances interclasses et minimisent la variance intraclasse. Cette optimisation des ressemblances-dissemblances s'effectue en mesurant la distance généralisée (par exemple de Mahalanobis) entre les individus (un individu, ici une résidence, appartient à une seule classe) et chacun des centroïdes de classes, dans un repère de dimension  $n-1$ , où  $n$  représente le nombre de classes d'individus. Chaque fonction discriminante correspond à une équation linéaire qui effectue une somme pondérée de variables indépendantes (avec contrôle des corrélations) :

$$Z = W_1 A_1 + W_2 A_2 + W_3 A_3 + \dots + W_j A_j$$

où  $Z$  est le score de discrimination, et  $W_j$  est le poids de discrimination accordé au sous-ensemble formé par les  $A_j$  variables indépendantes. Les avantages de l'AD, en particulier dans une analyse spatiale comme celle-ci, sont de 1) calculer un taux global de concordance des classements ainsi que des taux de succès pour chaque classe (ou entité spatiale) initiale ; 2) proposer un éventuel reclassement des résidences dans la classe la plus vraisemblable (probabilités conditionnelles de Bayes), étant donné leurs caractéristiques et la structure des fonctions discriminantes. La probabilité bayésienne interprète le concept de probabilité, non comme une fréquence relative, comme dans les statistiques traditionnelles (probabilité < au seuil de 0,05), mais comme une mesure de l'état de connaissance (Tatsuoka, 1971). La probabilité d'un événement, eu égard aux caractéristiques des résidences décrites par les variables (*a posteriori*), dépend de la vraisemblance de la probabilité première (*a priori*) d'une propriété d'appartenir à une des classes, celle-ci étant une distribution de probabilités représentant la connaissance à propos d'une quantité inconnue. À partir des probabilités conditionnelles *a posteriori*, il devient possible d'apporter des corrections au classement des résidences. Le troisième avantage de l'AD concerne la valeur au seuil de probabilité classique (0,05) associée à chaque probabilité conditionnelle. Cette valeur permet de déterminer jusqu'à quel point le classement *a posteriori* est lié au hasard. Calculées dans SPSS, ces probabilités conditionnelles sont éventuellement exportées vers des logiciels de systèmes d'information géographique (SIG), afin d'être cartographiées et analysées.



Pour les trois segmentations, les tests de significativité des analyses discriminantes montrent que les populations offrent de forts potentiels de distinction. La statistique *F* des tests d'égalité des moyennes démontre que l'ensemble des variables sont pertinentes dans les analyses. De plus, les valeurs lambda de Wilk – proportion de la variance totale dans les scores de discrimination non expliquée par les différences entre les groupes – confirment que les fonctions discriminantes sont fortes et significatives, de la première à la dernière, en particulier pour les entités HM pour lesquelles le Chi-deux de la dernière fonction reste très élevé (tableau 2).

**Tableau 2 Lambdas de Wilks des analyses discriminantes des trois segmentations**

Segmentation	Test des fonctions	Lambda de Wilk	Chi-deux	dl	Sig.
Entités HM	Première fonction (1 – 6)	0,006	102 835,664	96	0,000
Entités HM	Dernière fonction (6)	0,846	3 335,786	11	0,000
Arrondissements de 2006	Première fonction (1 – 8)	0,004	109 792,769	128	0,000
Arrondissements de 2006	Dernière fonction (8)	0,960	812,907	9	0,000
Municipalités de 2001	Première fonction (1 – 12)	0,002	120 838,704	192	0,000
Municipalités de 2001	Dernière fonction (12)	0,998	42,430	5	0,000

Les résultats des AD ne sont pas tous présentés ici (ils sont néanmoins communicables sur demande) ; par contre, ceux relatifs aux classifications (probabilités *a posteriori*) sont détaillés car ils permettent une traduction spatiale.

Le découpage HM offre de meilleurs résultats de classification que les deux autres segmentations (tableaux 3 à 5). En comparant le classement initial obtenu par la localisation de chaque résidence dans chaque découpage territorial (relation point dans polygone dans un SIG) avec la probabilité bayésienne d'appartenir à cette même classe (sous-marché le plus probable) après AD des caractéristiques architecturales, socioéconomiques et d'accessibilité, on obtient un classement final qui confirme ou infirme son assignation dans un sous-marché. Par agrégation, on peut compiler le taux de classements confirmés. Globalement, le taux de classements confirmés pour la segmentation HM est de 88,1%, alors qu'il plafonne à 78,6% pour le découpage par arrondissements et à 78,7% pour le découpage par municipalités. Ainsi, 88,1% des 19 916 résidences ayant été traitées avec l'approche HM ont vu leur classement confirmé par l'AD. Par contre, les découpages en municipalités ou en arrondissements n'arrivent à classer correctement que 78,7% et 78,6% des résidences. Ces découpages associent des résidences plus dissemblables, induisant plus d'hétérogénéité dans les sous-marchés qu'ils proposent.

Une partie des différences de performance globales observées pouvant être attribuée aux différences du nombre de classes, il s'avère également utile de comparer les méthodes d'identification des sous-marchés en fonction de leur aptitude à équilibrer la répartition des erreurs entre les sous-marchés. À l'échelle des sous-marchés, on peut définir deux types d'erreur dans la matrice de confusion : 1) l'erreur d'omission, lorsque le découpage spatial assigne dans un autre sous-marché une résidence qui aurait dû être classée dans une classe donnée selon l'AD (somme des valeurs extra diagonales sur les colonnes) ; 2) l'erreur de commission, lorsque la résidence qui avait

été assignée dans un sous-marché par découpage spatial est classée ailleurs par l'AD (somme sur les lignes). Les tableaux 3, 4 et 5 présentent les matrices de confusion (ou de classement) entre les classements initiaux (segmentation spatiale) et finaux (AD) pour les trois méthodes de découpage. Une méthode de segmentation qui répartit les erreurs de manière plus équilibrée est nettement préférable à une autre qui produit des distorsions spatiales plus marquées.

La méthode HM génère des erreurs qui sont distribuées de manière relativement uniforme, contrairement aux limites administratives qui ont tendance à produire de forts écarts de performance entre les sous-marchés. Les erreurs d'omission de l'AD HM varient de 0,9% à 23,4%, contre 1,3% à 44,3% pour les arrondissements et de 2,4% à 42,3% pour les municipalités. Les erreurs de commission sont également distribuées plus équitablement dans l'AD HM : de 2,5% à 22,8% *vs* de 0,0% à 50,1% pour les arrondissements, et de 0,0% à 57,3% pour les municipalités.

Dans chaque classification, les sous-marchés qui obtiennent les plus faibles erreurs d'omission et de commission définissent des territoires continus où les marchés résidentiels sont très homogènes en termes de caractéristiques architecturales, socioéconomiques et d'accessibilité. *A contrario*, ceux qui concentrent de fortes erreurs sur les deux tableaux sont certainement hétérogènes. Les sous-marchés où les erreurs d'omission l'emportent sur les erreurs de commission sont en fait plus étendus que ce qui a été défini par la segmentation spatiale initiale. Le rapport inverse indique un sous-marché *a posteriori* moins vaste que le territoire qui lui a été assigné initialement.

Dans le tableau 3 (méthode HM), les sous-marchés de la Haute-Ville (1), CRSADL (3) et Basse-Ville (2) sont globalement homogènes. Les sous-marchés du Sud de Charlesbourg (4) et de la Couronne Nord (7) ont été surdimensionnés *a priori*. Le sous-marché du Sud de Beauport (6) devrait être étendu au Sud de Charlesbourg et dans la Couronne Nord, alors que le sous-marché ALNLL doit être étendu dans la Couronne Nord. Il est également possible que certaines confusions soient causées par l'existence d'espaces de transition où deux sous-marchés entrent en interaction. La figure 3 présente un essai de représentation qui distingue les zones d'erreur où il faudrait étendre spatialement les sous-marchés de type HM (édition du découpage) et les zones de transition qui correspondent aux litiges spatiaux (classement par AD différents entre propriétés voisines) formant de véritables zones de transition.

Dans le tableau 4, le seul arrondissement pouvant être qualifié d'homogène est Limoilou (4), malgré quelques espaces de transition avec Beauport et Charlesbourg. L'arrondissement de la Cité devrait être étendu vers Sillery et l'est de Sainte-Foy. L'arrondissement des Rivières (2) devrait céder du territoire à la Haute-Saint-Charles. L'arrondissement de Charlesbourg (4) s'étend sur les sous-marchés de Limoilou au sud, de Beauport à l'est et de la Haute-Saint-Charles au nord. Le sous-marché de Beauport (5) devrait être étendu au Sud de Charlesbourg. Les sous-marchés des arrondissements Laurentien (8) et de la Haute-Saint-Charles (7) sont en intersection mutuelle. Les sous-marchés des municipalités de L'Ancienne-Lorette (9) et de Saint-Augustin-de-Desmaures (10) sont bien présents dans l'arrondissement Laurentien (8).

**Tableau 3 Matrice de classement avec les entités historico-morphologiques :**  
taux de classement confirmé = 88,1%

	Sous-marchés	Classement par analyse discriminante							% d'erreurs de commission	Nombre d'observations du classement initial
		1	2	3	4	5	6	7		
Classement initial	Haute-Ville (1)	2 474	18	79	0	0	0	0	3,8	2 571
	Basse-Ville (2)	2 124	1	0	105	14	49	0	12,0	1 411
	CRSADL (3)	18	0	2 313	1	0	105	37	6,5	2 474
	Sud de Charlesbourg (4)	0	121	0	2 110	325	1	176	22,8	2 733
	Sud de Beauport (5)	0	8	0	49	2 278	0	1	2,5	2 336
	ALNLL (6)	3	173	73	2	0	3 606	73	8,2	3 930
	Couronne Nord (7)	0	0	0	55	469	422	3 515	21,2	4 461
% d'erreurs d'omission		0,9	9,9	4,9	10,9	23,4	17,2	9,8		
Nombre d'observations selon l'analyse discriminante		2 497	1 561	2 465	2 322	3 086	4 183	3 802		19 916

**Tableau 4 Matrice de classement avec les arrondissements de 2006 :**  
taux de classement confirmé = 78,6%

	Sous-Marchés	Classement par analyse discriminante										% d'erreurs de commission	Nombre d'observations du classement initial
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Classement initial	Arr. de La Cité (1)	480	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	485
	Arr. des Rivières (2)	35	1 636	1	3	0	3	350	0	61	0	21,7	2 089
	Arr. de Sainte-Foy - Sillery (3)	277	16	1 946	1	0	0	0	8	10	0	13,8	2 258
	Arr. de Charlesbourg (4)	0	0	0	2 479	420	204	78	21	0	0	22,6	3 202
	Arr. de Beauport (5)	0	0	0	56	2 923	152	162	0	0	0	11,2	3 293
	Arr. de Limoilou (6)	0	0	0	0	0	432	0	0	0	0	0,0	432
	Arr. Haute-Saint-Charles (7)	0	33	2	12	0	0	2 226	286	77	39	16,8	2 675
	Arr. Laurentien (8)	0	0	19	5	0	0	732	1 811	356	704	50,1	3 627
	L'Ancienne-Lorette (9)	0	0	6	0	0	0	0	0	932	0	0,6	938
	Saint-Augustin-de-Desmaures (10)	0	0	0	26	0	0	0	96	0	795	13,3	917
% d'erreurs d'omission		13,9	3,0	1,3	5,3	13,1	11,1	44,3	22,2	16,1	20,9		
Nombre d'observations selon l'analyse discriminante		792	1 690	1 974	2 582	3 343	791	3 548	2 222	1 436	1 538		19 916

Dans le tableau 5 (municipalités), les discordances entre la segmentation spatiale et l'AD sont également répandues. Après les vagues antérieures de fusions municipales, en 2001, la municipalité de Québec avait un territoire très complexe qui alliait des quartiers centraux avec des banlieues de première couronne et certaines portions de la périphérie nord. Il n'est donc pas étonnant que l'AD révèle un fort potentiel pour les erreurs de commission (57,3%). Pour des raisons historiques, le parc domiciliaire de la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures est divisé en deux parties, l'une étant adjacente au vieux noyau villageois, la seconde s'étant développée en périphérie de Cap-Rouge. Ce découpage municipal a nécessairement engendré des erreurs de commission et d'omission de 40 % entre ces deux localités. De même, Sainte-Foy ayant annexé une partie du quartier Laurentien durant les années 1970, il n'est pas surprenant d'y découvrir une forte erreur de commission avec la municipalité voisine (L'Ancienne-Lorette). À la même époque, Québec annexait Neufchâtel qui est adjacente et très semblable à Loretteville, ce qui explique la prévalence de l'erreur de commission dans cette partie du territoire.

**Tableau 5 Matrice de classement avec les municipalités de 2001 :  
taux de classement confirmé = 78,7%**

Municipalités	Classement par analyse discriminante													% d'erreurs de commission	Nombre d'observations du classement initial
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Québec (1)	1562	267	12	20	1	356	254	94	802	0	183	0	109	57,3	3 660
Sillery (2)	9	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0	454
Sainte-Foy (3)	33	166	1895	0	0	0	0	0	0	144	417	32	0	29,5	2 687
Saint-Émile (4)	0	0	0	618	0	0	0	0	0	0	0	0	26	4,0	644
Lac-Saint-Charles (5)	0	0	0	0	534	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	534
Vanier (6)	1	0	0	0	0	164	0	0	0	0	0	0	0	0,6	165
Charlesbourg (7)	113	0	0	18	70	2	2 689	305	0	0	0	0	5	16,0	3 202
Beauport (8)	0	0	0	0	201	0	49	3 032	0	0	0	0	11	7,9	3 293
Loretteville (9)	1	0	0	0	0	0	0	0	671	0	0	0	6	1,0	678
Cap-Rouge (10)	0	0	9	0	0	0	0	0	0	840	1	42	0	5,8	892
L'Ancienne-Lorette (11)	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	931	0	0	1,0	940
Saint-Augustin-de-Desmaures (12)	0	0	3	0	1	0	24	0	0	339	0	550	0	40,0	917
Val-Bélair (13)	0	0	0	27	54	0	0	0	25	25	4	0	1 740	5,9	1 850
% d'erreurs d'omission	7,7	13,5	2,4	2,6	11,3	9,8	11,0	12,1	23,3	42,3	20,8	5,9	8,4		
Nombre d'observations selon l'analyse discriminante	1 720	878	1 923	683	861	523	3 016	3 431	1 498	1 323	1 323	627	1 897		19 916



Enfin, un dernier facteur doit être pris en compte pour comparer l'aptitude des partitions à réaliser des modèles de régression : ces partitions doivent fournir des effectifs sensiblement équivalents afin d'équilibrer le calcul des erreurs-types de coefficients entre les sous-marchés. Ainsi, un sous-marché qui aurait moins de transactions que les autres serait théoriquement plus sujet à des variations intempestives des coefficients. Réalisée indépendamment de toute contrainte administrative, la méthode HM performe nettement mieux que les autres sous ce rapport. Il est effectivement peu probable que la taille des sous-marchés résidentiels s'en tienne à la logique qui préside à la détermination des territoires administratifs.

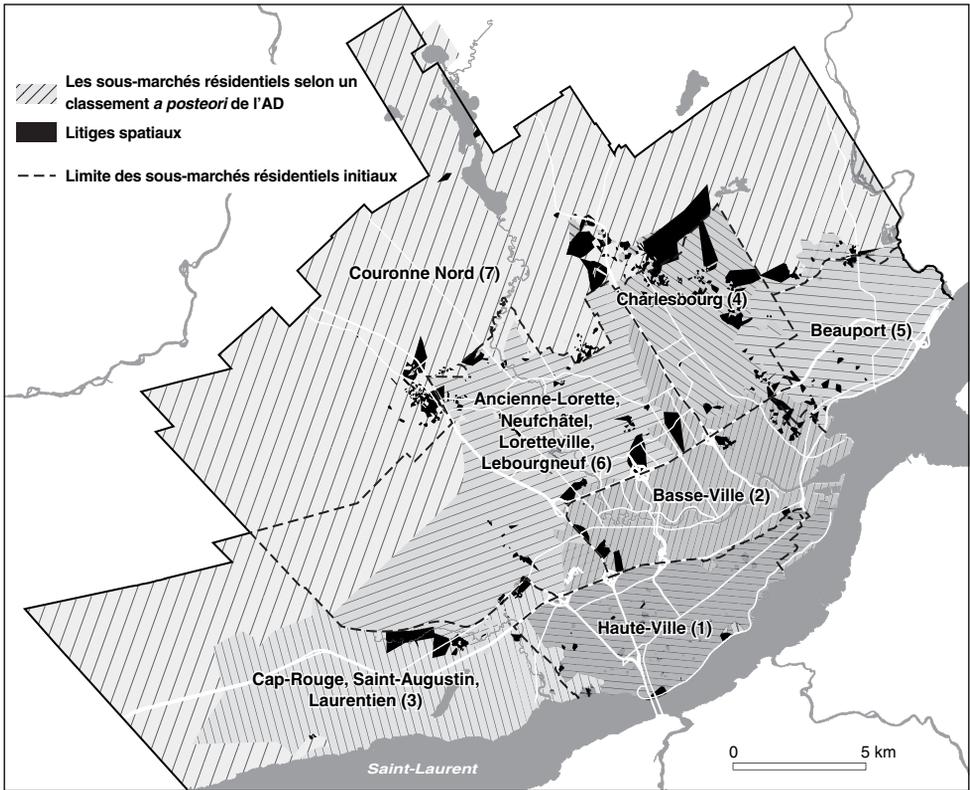
Sur la carte des classements *a posteriori* de la segmentation de type HM (figure 3), il s'avère que les observations mal classées (par commission ou par omission) se retrouvent le plus souvent en bordure des unités spatiales et que très peu sont dispersées à l'intérieur des entités spatiales. Cette structure spatiale des résultats confirme notre choix de retenir la forme semi-concentrique (limitée par le Saint-Laurent) de Burgess, dont Hoyt s'est inspiré pour élaborer son modèle sectoriel, mais la Couronne Nord semble plus périphérique que prévu. Les propriétés situées à Saint-Augustin-Desmaures, au nord de l'autoroute 40 se situent en effet dans un environnement naturel agricole ou forestier qui n'est pas comparable avec le sud de Saint-Augustin-Desmaures ou Cap-Rouge. Les sous-marchés de Beauport et de la Basse-Ville paraissent bien plus étendus que les prévisions initiales. À l'inverse, les sous-marchés de Charlesbourg et ALNLL voient leur superficie diminuer au profit des voisins. Il semble donc que les infrastructures autoroutières ne constituent pas une discontinuité aussi importante que ce que nous avions supposé, du moins pour le découpage des sous-marchés résidentiels. Il serait possible de corriger le classement initial en réassignant les propriétés situées en zone de transition grâce aux probabilités conditionnelles de l'AD. Nous éviterons cependant cette option pour la section suivante (modélisation hédonique), afin de préserver le caractère comparatif entre les trois approches. De plus, les réallocations spatiales de l'AD feraient perdre au découpage HM le caractère contigu sur lequel il est basé.

Enfin, toujours sur la figure 3, les litiges spatiaux ont été représentés en noir. Il s'agit de 791 propriétés pour lesquelles la probabilité classique (*p-value*) associée à la probabilité conditionnelle de chacun des classements *a posteriori* se situait entre 0,4 et 0,6 pour deux sous-marchés. Cela signifie que, eu égard aux attributs de la propriété, l'AD la rattache à l'un des sous-marchés, mais avec une forte probabilité que la différence soit due au hasard. Finalement, 376 propriétés ont été classées dans le sous-marché initial, alors que 415 ont été reclassées. Ce résultat est satisfaisant dans la mesure où une proportion très marginale des observations présentait des profils de caractéristiques «extra-ordinaires» qui les rendaient difficilement classables. Néanmoins, si dans un marché donné, ce type de confusion devait se généraliser, il faudrait dès lors procéder avec une optique de logique floue et faire l'hypothèse que certaines propriétés correspondent simultanément à deux ou plusieurs sous-marchés.

## Comparaison des segmentations dans un modèle hédonique

Afin de vérifier leurs performances, les trois découpages proposés sont utilisés dans autant de modèles de prix hédoniques (MPH). Cette procédure combine la théorie hédonique (Rosen, 1974), la théorie des probabilités et le calcul différentiel.

**Figure 3 Classements *a posteriori* prévus par l'AD, à partir des sous-marchés résidentiels de type historico-morphologique (HM)**



Elle utilise la régression multiple qui permet d'évaluer la contribution marginale (ou prix implicite) de chaque caractéristique du bien, lequel reflète les préférences des consommateurs. Une propriété immobilière est un bien composé de plusieurs attributs hétérogènes, qui apportent une certaine utilité ou satisfaction aux consommateurs. Le prix de vente du logement correspond à sa valeur marchande et est la somme des évaluations conjointes que font l'acheteur et le vendeur des attributs du bien, dans un marché libre et ouvert à la concurrence. Sous forme mathématique, la théorie des prix hédoniques permet d'expliquer le prix de vente en fonction de chacun des attributs, dont la localisation. Pour les besoins spécifiques de cette analyse, nous produisons un modèle multiplicatif afin d'estimer des coefficients de régression en pourcentage de contribution à la valeur, plutôt qu'en dollars canadiens, en utilisant le logarithme népérien du prix de vente comme variable dépendante (Dubé *et al.*, 2009) :

$$\ln(Y_{its}) = \beta_t + \sum_{p=1}^P \beta_p X_{pits} + \varepsilon_{its}$$

où  $Y_{its}$  est la variable dépendante – le prix de vente de la résidence  $i$  au temps  $t$  situé dans le sous-marché  $s$ ,  $\beta_t$  est l'ordonnée de la droite de régression qui varie pour chaque année  $t$ ,  $X_p$  sont les variables indépendantes – les attributs de la propriété,  $\beta_p$  sont les coefficients de régression – le prix implicite attribué à chaque caractéristique de la propriété, et  $\varepsilon_{its}$  est le terme d'erreur.



La segmentation en *s* sous-marchés repose sur le postulat que les acheteurs potentiels recherchent des propriétés qui correspondent à des besoins différenciés et que les résidences concernées ne sont pas distribuées au hasard sur le territoire. De plus, comme l'offre et la demande varient d'un sous-marché à l'autre, cette segmentation se traduit par une variation de l'ordonnée à l'origine de la régression. Afin de comparer l'efficacité des types de découpage en sous-marchés pour l'étude des marchés résidentiels, des modèles caractérisant, sous forme de variables binaires de localisation, le découpage municipal (MPH2), le découpage par arrondissements (MPH3) et de segmentation HM (MPH1) sont présentés aux tableaux 6 et 7. Bien que les variations temporelles soient peu prononcées, des variables binaires identifiant l'année de transaction permettent de contrôler pour l'inflation entre 1986 et 1996, ce qui corrige pour la variation temporelle en calculant l'ajustement de l'origine (constante) pour chaque année après 1986.

Le modèle hédonique intégrant la segmentation HM (MPH1) reflète plus de 81 % de la variation des prix et offre les meilleures performances globales, comparativement au modèle municipal (MPH2) et au modèle par arrondissement (MPH3) (tableau 6). Son  $R^2$  ajusté – qui mesure la performance de prédiction du modèle, après correction du biais lié à la perte de degrés de liberté – est plus élevé. Contrairement au taux de classement de l'AD, cette différence des  $R^2$  ajustés compense l'effet du nombre de classes et confirme la supériorité de la segmentation HM. Son  $F$  – qui évalue la significativité générale du modèle – est également plus élevé. De plus, les trois modèles estiment les coefficients avec une erreur-type de l'estimation égale ou inférieure à 15%.

**Tableau 6 Ajustement des modèles de prix hédoniques**

	$R^2$ ajusté	F	Erreur type estimée
MH1: découpage HM	0,813	2 015,084	0,147
MH2: municipalités < 2002	0,805	1 682,239	0,150
MH3: arrondissements >2006	0,807	1 807,987	0,150

Les *t* de Student – statistique qui permet de comparer l'importance de la variable dans l'explication de la variation totale – sont présentés au tableau 7 pour chacun des trois modèles. Les variables sont presque toujours significatives (probabilité inférieure à 0,05) et les coefficients (*B*) varient relativement peu d'un modèle à l'autre.

La variable dépendante étant exprimée en logarithme et certaines variables indépendantes étant aussi de forme logarithmique, leurs paramètres s'interprètent comme des coefficients d'élasticité. Ainsi, dans la MPH1, la valeur de la propriété augmente de 4,3% si la surface habitable augmente de 10% (élasticité de 0,43) alors que, si la taille du terrain augmente de 10%, la valeur marchande augmente de 1% (élasticité de 0,1). Quant aux variables non transformées, elles génèrent des coefficients qui s'interprètent comme une variation relative de valeur par unité. Par exemple, toutes choses étant égales par ailleurs, le prix de vente augmente de près de 10% si la propriété dispose d'un garage simple attaché contre seulement 5% s'il s'agit d'un garage simple détaché. Les coefficients des attributs intrinsèques de propriété, des caractéristiques socioéconomiques du voisinage, d'accessibilité aux services et des binaires d'inflation sont assez semblables entre les modèles. Toutefois, certaines caractéristiques

paraissent avoir des impacts sur le prix de vente plus variables selon les modèles (par exemple, le pourcentage de diplômés universitaires, de cottages), ce qui manifeste une certaine sensibilité de la mesure de leur contribution marginale selon la qualité du découpage en sous-marchés. Néanmoins, les tendances demeurent stables, les signes ne s'inversent pas.

Ces effets structurels et contextuels étant contrôlés, on peut étudier l'effet marginal des sous-marchés sur les prix de vente en identifiant un des territoires comme référence afin de vérifier l'hypothèse de différenciation spatiale. Quel que soit le modèle, on observe des variations spatiales significatives des impacts sur le prix de vente. Le MPH1 montre qu'une propriété de la Basse-Ville se vend 31% moins cher qu'une propriété identique de la Haute-Ville (référence), et ce, en surcroît des effets de différence socioéconomique et d'accessibilité. En fait, les six autres sous-marchés de la segmentation HM affichent des valeurs résidentielles inférieures à la Haute-Ville. C'est la tendance attendue puisque le sous-marché de la Haute-Ville correspond au centre économique, politique et historique de l'agglomération, là où se regroupent les populations les mieux nanties.

Mais surtout, les tests *t* de Student affichent, pour les indicateurs des sous-marchés HM, des valeurs substantiellement plus élevées que pour les découpages administratifs : -37 en moyenne, contre -26 pour les municipalités et -6 pour les arrondissements. Les trois découpages captent donc des différences spatiales significatives, mais ces dernières sont très nettement mieux modélisées et contrastées avec le découpage HM qui produit une segmentation plus homogène et des différenciations plus stables. Ainsi, l'amplitude entre les *t* des indicateurs de sous-marchés est moins importante, de -33 à -42, pour la segmentation HM, que celles de la segmentation par municipalités (de -20 à -34) et par arrondissements (de -1 à -13). À l'extrême, l'arrondissement de Limoilou ne présente pas de différence significative avec l'arrondissement de référence, la Cité. Par conséquent, la segmentation HM est nettement plus efficace et offre une différenciation spatiale dont l'efficacité est plus constante dans toute l'agglomération.



**Tableau 7 Modèles de prix hédoniques (var. dépendante : log. naturel prix de vente)**

Variable	B_MPH1	t_MPH1	B_MPH2	t_MPH2	B_MPH3	t_MPH3
(Constante)	8,44767	206,20	8,30814	225,53	8,04508	214,79
Surface habitable m <sup>2</sup> (Ln)	0,42943	68,09	0,45537	67,95	0,44042	68,54
Superficie du terrain m <sup>2</sup> (Ln)	0,10013	30,15	0,09215	30,01	0,10084	28,95
Âge apparent (années)	-0,01185	-90,37	-0,01116	-90,41	-0,01144	-85,92
Indice de qualité	0,07793	18,83	0,08389	18,91	0,07845	18,67
Bungalow	référence		référence		référence	
Attaché	-0,15655	-27,54	-0,15446	-27,35	-0,15241	-26,09
Cottage	-0,02713	-7,48	-0,04715	-7,36	-0,03301	-8,86
Nombre de cabinets de toilette	0,03931	16,49	0,04056	16,59	0,04118	17,10
Sous-sol aménagé	0,03556	14,86	0,03784	14,57	0,03687	14,86
51% des murs ext. en brique	0,01893	7,26	0,01952	7,08	0,02013	7,40
Foyer	0,03865	15,24	0,03918	15,09	0,03787	14,54
Fondations de qualité supérieure	0,02723	10,66	0,03413	10,91	0,02945	11,58
Escalier en bois	0,03754	10,91	0,03468	10,80	0,03583	10,13
Luminosité inférieure	-0,01674	17,69	-0,01906	-4,80	-0,01794	-5,04
Garage attaché simple	0,09728	12,60	0,10194	17,87	0,10240	18,52
Garage détaché simple	0,05005	11,98	0,04491	12,75	0,04695	11,74
Garage attaché double	0,09390	12,61	0,09388	12,09	0,09613	12,18
Garage détaché double	0,06556	1,63	0,06352	12,72	0,06334	12,08
Terrasse	0,01346*	16,15*	0,01353*	1,64*	0,01743	2,08
Piscine extérieure creusée	0,08652	14,81	0,08016	16,04	0,08249	15,03
Lien au réseau d'aqueduc	0,13846	16,56	0,13614	14,63	0,13535	14,04
Diplômés universitaires (%)	0,00366	1,18	0,00670	18,01	0,00537	26,93
Diplômés du secondaire (%)	0,00067*	-5,35*	0,00196	2,27	0,00164	5,38
Familles monoparentales (%)	-0,00004	0,08	0,00129	-0,20	0,00150	8,07
Revenu médian des ménages	0,00000	7,25	0,00000	5,36	0,00000*	1,09*
Acc. Travail	0,00131	11,40	0,00156	13,19	0,00158	15,33
Acc. Travail moins acc. Étude	0,00410	7,10	-0,00037*	6,91*	0,00077*	1,23*
Acc. Étude moins acc. Mag,	-0,00395	-10,90	-0,00247	-10,88	-0,00335	-8,88
Acc. Mag, moins acc. Santé	-0,00437	-7,47	-0,00369	-7,30	-0,00313	-5,00
Acc. Santé moins acc. Loisir	-0,00092*	-0,43	-0,00912	-0,99	-0,00251	-2,33
Acc. Loisir moins acc. Épicerie	0,00070	0,96	0,00123	2,84	0,00241	7,72
<b>Année de la transaction</b>						
1986	référence		référence		référence	
1987	0,08246	12,90	0,08129	12,47	0,08107	12,48
1990	0,28549	77,46	0,28242	75,09	0,28281	75,48
1991	0,30489	81,24	0,30187	78,82	0,30181	79,14
1993	0,35565	92,48	0,34913	89,05	0,35001	89,61
1994	0,36004	92,40	0,35412	89,15	0,35467	89,66
1995	0,34687	82,70	0,34041	79,58	0,34117	80,10
1996	0,34586	72,42	0,34135	69,69	0,33676	69,51

**Tableau 7 (suite)**

Historico-morphologique	B_MPH1	t_MPH1	B_MPH2	t_MPH2	B_MPH3	t_MPH3
Haute-Ville (1)	référence					
Basse-Ville (2)	-0,31112	-41,61				
CRSADL (3)	-0,20319	-33,24				
Sud de Charlesbourg (4)	-0,27597	-36,83				
Sud de Beauport (5)	-0,33475	-34,71				
ALNLL (6)	-0,24504	-38,65				
Couronne Nord (7)	-0,31416	-37,97				
<b>Municipalités de 2001</b>						
Québec (1)			-0,30893	-33,97		
Sillery (2)			référence			
Sainte-Foy (3)			-0,187648	-20,43		
Saint-Émile (4)			-0,31540	-27,42		
Lac-Saint-Charles (5)			-0,33553	-25,96		
Vanier (6)			-0,30323	-19,65		
Charlesbourg (7)			-0,29576	-29,95		
Beauport (8)			-0,31135	-27,54		
Loretteville (9)			-0,30650	-26,03		
Cap-Rouge (10)			-0,26806	-24,77		
L'Ancienne-Lorette (11)			-0,22446	-21,40		
Saint-Augustin-de-Desmaures (12)			-0,26224	-24,06		
Val-Bélair (13)			-0,30382	-28,54		
<b>Municipalités de 2001</b>						
Arr. de La Cité (1)					référence	
Arr. des Rivières (2)					-0,10822	-10,51
Arr. de Sainte-Foy - Sillery (3)					0,12267	12,88
Arr. de Charlesbourg (4)					-0,06731	-5,93
Arr. de Beauport (5)					-0,07133	-5,79
Arr. de Limoilou (6)					-0,01647*	-1,36*
Arr. de la Haute-Saint-Charles (7)					-0,06719	-6,10
Arr. Laurentien (8)					-0,05335	-4,84
L'Ancienne-Lorette (9)					-0,02765	-2,25
Saint-Augustin-de-Desmaures (10)					-0,04181	-3,32

\* non significatif à 0,05.

## Conclusion

Dans des analyses discriminantes basées sur des attributs des propriétés ainsi que sur des caractéristiques de voisinage socioéconomique et d'accessibilité, la segmentation HM offre un meilleur pouvoir discriminant que les découpages administratifs de municipalités et d'arrondissements. De plus, elle présente l'avantage d'être globalement et localement mieux équilibrée, en termes de répartition des erreurs de classement et d'équilibre des effectifs entre les groupes. Ensuite, des modèles de prix hédoniques démontrent que le découpage HM caractérise mieux les sous-marchés résidentiels de la CUQ que les limites administratives. Les performances globales du MPH1 ainsi que les coefficients et les  $t$  des variables confirment la pertinence de la segmentation HM pour réaliser des études immobilières, du moins pour les marchés résidentiels. La relative performance de cette segmentation découle vraisemblablement des principes qui ont présidé à son élaboration. Au-delà d'une partition du territoire visant l'homogénéité des milieux, nous avons cherché à définir une partition fonctionnelle représentative de la réalité territoriale de Québec. L'espace devient territoire, au-delà du sens strictement juridique et politique et dans l'acception que lui confère Le Berre (1992) lorsqu'il est transformé par les hommes, lorsqu'il est « domestiqué », lorsqu'il n'est plus neutre. Qualifier l'espace représente déjà une forme de territorialisation, dans la mesure où cela permet de le décrire, de le caractériser, d'en reconnaître la spécificité. Ainsi, la contribution essentielle de cette étude concerne la mise en relief 1) de l'existence de sous-marchés résidentiels unifamiliaux, 2) d'une méthode efficace pour comparer des découpages spatiaux avec une finalité donnée (ici la modélisation de la contribution marginale des sous-marchés dans la formation des valeurs foncières) et 3) d'une réalité structurelle urbaine : la forme semi-concentrique et axiale de l'ancienne CUQ qui se reflète dans la structuration des marchés résidentiels.

## Remerciements

Cette étude a bénéficié d'un appui financier du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), du Fonds québécois de recherche sur la société et la culture (FQRSC) et du Réseau canadien de centres d'excellence (RCE) en géomatique (GEOIDE). Les données utilisées ont été obtenues grâce à des ententes avec la Communauté urbaine de Québec (CUQ), le ministère des Transports du Québec (MTQ) et le Réseau de transport de la Capitale (RTC).

## Annexe 1 Statistiques descriptives des caractéristiques intrinsèques et sociofonctionnelles des propriétés, par entités spatiales, des trois segmentations comparées

Historico-morphologique	Prix de vente		Âge		Surface habitable m <sup>2</sup>		Superficie du terrain m <sup>2</sup>		Prix moyen au m <sup>2</sup>
	Moyenne	écart-type	Moyenne	écart-type	Moyenne	écart-type	Moyenne	écart-type	
Haute-Ville (1)	124 937	41 954	34	19	133	43	601	229	967
Basse-Ville (2)	72 519	20 893	35	25	110	32	477	279	685
CRSADL (3)	113 613	40 073	11	12	123	38	720	459	937
Sud de Charlesbourg (4)	86 262	26 056	22	15	108	30	675	280	813
Sud de Beauport (5)	86 238	24 831	16	23	106	33	604	368	842
ALNLL (6)	87 450	30 183	16	15	105	32	651	360	848
Couronne Nord (7)	74 745	19 231	13	14	95	22	749	594	811
<b>Municipalités de 2001</b>									
Québec (1)	86 716	33 127	25	25	113	40	566	377	798
Sillery (2)	155 206	48 774	38	19	152	46	654	245	1064
Sainte-Foy (3)	111 165	37 114	24	14	118	35	632	306	961
Saint-Émile (4)	78 249	18 809	10	13	95	20	563	219	840
Lac-Saint-Charles (5)	68 613	16 233	13	15	94	22	849	771	752
Vanier (6)	74 247	23 618	21	14	105	26	426	170	731
Charlesbourg (7)	83 625	26 075	22	16	106	30	722	448	808
Beauport (8)	84 954	23 621	15	21	104	30	634	409	842
Loretteville (9)	75 704	21 985	25	17	106	29	740	411	736
Cap-Rouge (10)	115 472	31 905	12	11	127	33	725	325	930
L'Ancienne-Lorette (11)	94 721	32 638	15	13	108	33	629	236	889
Saint-Augustin-de-Desmaures (12)	116 465	45 961	10	10	127	41	778	525	915
Val-Bélair (13)	73 203	18 026	14	13	92	20	729	527	810
<b>Arrondissements de 2006</b>									
Arr. de La Cité (1)	103 983	51 855	62	33	148	62	312	208	727
Arr. des Rivières (2)	83 939	30 663	17	16	106	31	608	395	812
Arr. de Sainte-Foy - Sillery (3)	124 186	41 521	31	13	128	38	637	209	985
Arr. de Charlesbourg (4)	83 625	26 075	22	16	106	30	722	448	808
Arr. de Beauport (5)	84 954	23 621	15	21	104	30	634	409	842
Arr. de Limoilou (6)	75 270	21 181	44	15	120	34	399	145	650
Arr. de la Haute-Saint-Charles (7)	78 400	21 795	15	15	100	27	696	475	805
Arr. Laurentien (8)	90 244	33 175	13	13	105	31	704	469	874
L'Ancienne-Lorette (9)	94 751	32 665	15	13	108	33	630	236	889

## Annexe 1 (suite)

Historico-morphologique	Diplômés universitaires (%)	Familles monoparentales (%)	Revenu médian des ménages	Acc. travail	Acc. études	Acc. santé	Acc. épicerie	Acc. loisir	Acc. magasinage
Haute-Ville (1)	44	15	51 857	86	82	73	56	70	65
Basse-Ville (2)	13	17	34 335	92	88	87	78	86	84
CRSADL (3)	41	9	63 408	51	48	34	18	29	23
Sud de Charlesbourg (4)	20	13	49 657	66	57	54	51	53	50
Sud de Beauport (5)	16	10	46 678	57	44	45	47	46	36
ALNLL (6)	19	11	49 850	67	63	49	35	47	44
Couronne Nord (7)	10	11	43 188	38	33	23	15	23	16
<b>Municipalités de 2001</b>									
Québec (1)	20	14	43 885	78	74	66	53	65	62
Sillery (2)	51	13	66 436	90	83	80	55	76	70
Sainte-Foy (3)	37	13	51 599	80	77	64	48	60	55
Saint-Émile (4)	12	9	47 486	50	46	33	20	33	29
Lac-Saint-Charles (5)	6	8	38 921	16	18	8	4	9	2
Vanier (6)	7	15	36 041	92	87	88	75	88	84
Charlesbourg (7)	19	13	48 658	62	54	49	45	49	46
Beauport (8)	15	10	46 683	53	41	41	43	42	33
Loretteville (9)	16	14	44 523	47	45	28	22	28	19
Cap-Rouge (10)	49	10	68 587	50	47	33	17	27	22
L'Ancienne-Lorette (11)	19	10	52 814	77	72	58	40	53	53
Saint-Augustin-de-Desmaures (12)	39	7	63 946	37	35	23	10	18	12
Val-Bélair (13)	9	12	41 100	38	34	20	11	20	10
<b>Arrondissements de 2006</b>									
Arr. de La Cité (1)	33	22	30 713	93	87	89	68	86	79
Arr. des Rivières (2)	17	12	47 002	83	81	71	56	71	72
Arr. de Sainte-Foy - Sillery (3)	43	14	54 024	85	82	71	55	68	63
Arr. de Charlesbourg (4)	19	13	48 658	62	54	49	45	49	46
Arr. de Beauport (5)	15	10	46 683	53	41	41	43	42	33
Arr. de Limoilou (6)	15	21	26 279	86	77	81	85	82	72
Arr. de la Haute-Saint-Charles (7)	15	10	46 232	44	42	27	19	27	20
Arr. Laurentien (8)	24	11	50 777	49	45	31	18	28	21
L'Ancienne-Lorette (9)	19	10	52 817	77	72	58	40	53	53
Saint-Augustin-de-Desmaures (10)	39	7	63 946	37	35	23	10	18	12

## Bibliographie

- BOURASSA, Steven C., HOESLI, Martin et PENG, Vincent S. (2003) Do housing submarkets really matter? *Journal of Housing Economics*, vol. 12, p. 12-28.
- CASE, Karl E. et SHILLER, Robert J. (1987) Prices of single-family homes since 1970: new indexes for four cities. *New England Economic Review*, p. 45-56.
- CLIFF, Andrew D., HAGGETT, Peter, ORD, J. Keith, BASSETT, Keith A. et DAVIES, Richard B. (1975) *Elements of Spatial Structure*. Cambridge, Cambridge University Press.
- COURVILLE, Serge (2000) *Le Québec: genèses et mutations du territoire: synthèse de géographie historique*. Québec, Presses de l'Université Laval.
- DECROLY, Jean-Michel et GRASLAND, Claude (1996) Organisation spatiale et organisation territoriale des comportements démographiques: une approche subjective. Dans Jean-Pierre Bocquet-Appel, Daniel Courgeau et Denise Pumain, *Spatial Analysis of Biodemographic Data*, Paris, John Libbey Eurotext, p. 131-156.
- DES ROSIERS François et THÉRIAULT Marius (1996) Rental Amenities and the Stability of Hedonic Prices: A Comparative Analysis of Five Market Segments. *The Journal of Real Estate Research*, vol. 12, n° 1, p. 17-37.
- DUBÉ, Jean et VOISIN, Marion (2010) *La perception spatio-temporelle de l'accessibilité aux services urbains: Mesures pour la ville de Québec, 1993-2004*. 15<sup>e</sup> colloque annuel pluridisciplinaire, centre de recherche en aménagement et développement (CRAD), Québec.
- DUBÉ, Jean, DES ROSIERS, François et THÉRIAULT, Marius (soumis 2010) Impact de la segmentation spatiale sur le choix de modélisation: application à la théorie hédonique. *Revue d'économie régionale et urbaine*.
- DUBÉ, Jean, DES ROSIERS, François et THÉRIAULT, Marius (2009) *About Functional Form in Hedonic Theory: Back to an Old Debate*. Annual Meeting of the Association of American Geographers (AAG), Las Vegas, États-Unis, 22-27 mars.
- DUBÉ, Jean, DES ROSIERS, François et THÉRIAULT, Marius (2008) *Évolution des prix résidentiels: Homogénéité métropolitaine et variations locales*. Congrès annuel de l'Association de science régionale de langue française (ASRDLF) – CDROM, Rimouski.
- DUBIN, Robin A. (1988) Estimation of regression coefficients in the presence of spatially autocorrelated error terms. *Review of Economics and Statistics*, vol. 70, p. 466-474.
- GABRIEL, Stuart-A. (1984) A note on housing market segmentation in an Israeli development town. *Urban Studies*, vol. 21, p. 189-194.
- GOODMAN, Allen C. (1981) Housing submarkets within urban areas: definitions and evidence. *Journal of Regional Science*, vol. 21, p. 175-185.
- GOODMAN, Allen C. et THIBODEAU, Thomas G. (2003) Housing market segmentation and hedonic prediction accuracy. *Journal of Housing Economics*, vol. 12, n° 3, p. 181-201.
- GRAFMEYER, Yves et JOSEPH, Isaac (2004) *L'École de Chicago: naissance de l'écologie urbaine*. Champ Urbain, réédition de 1979.
- HÄGERSTRAND, Torsten (1970) What About People in Regional Science? *Papers of the Regional Science Association*, vol. 24, p. 7-21.
- JONES, Colin (2002) The Definition of Housing Market Areas and Strategic Planning. *Urban Studies*, vol. 39, n° 3, p. 549-564.
- ICOMOS (International Council On Monuments and Sites) (1985) *Liste du patrimoine mondial*. Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO. [En ligne.] <http://www.unesco.org/fr/list>



- KAUFMANN, Vincent (2008) *Les paradoxes de la mobilité – Bouger, s'enraciner*. Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires romandes.
- KESTENS, Yan, THÉRIAULT, Marius et DES ROSIERS, François (2006) Heterogeneity in Hedonic Modelling of House Prices: Looking at Buyers' Household Profiles. *Journal of Geographical Systems*, vol. 8, p. 61-96.
- KLECKA, William R. (1980) *Discriminant analysis*. Beverly Hills, Sage Publications.
- LE BERRE, Maryvonne (1992) Territoire. Dans Antoine Bailly, Robert Ferras, Denise Pumain (dir.) *Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica, p. 601-622.
- LOCKWOOD, Anthony (2009) Delineation of the geospatial residential real estate sub-market boundaries. *Pacific Rim Property Research Journal*, vol. 11, p. 387-405.
- MACLENNAN, Duncan et TU, Yong (1996) Economic perspectives on the structure of local housing systems. *Housing Studies*, vol. 11, p. 387-405.
- OPENSHAW, Stan (1984). Ecological fallacies and the analysis of areal census data. *Environment and Planning A*, vol. 16, p. 17-31.
- ORD, J. Keith et GETIS, Athur (1995) Local Spatial Autocorrelation Statistics. *Geographical Analysis*, vol. 27, p. 286-306.
- PALM, Risa (1978) Spatial Segmentation of the Urban Housing Market. *Economic Geography*, vol. 54, n° 3, p. 210-221.
- PUMAIN, Denise (1996) Space-Time Models. Dans Jean-Pierre Bocquet-Appel, Daniel Courgeau et Denise Pumain (dir.) *Spatial Analysis of Biodemographic Data*, Paris, John Libbey Eurotext, p. 257-265.
- RÉMY, Jean et VOYÉ, Liliane (1992) *la ville: vers une nouvelle définition ?* Paris, L'Harmattan.
- REYNOLDS, Harold (1998) *The modifiable area unit problem: empirical analysis by statistical simulation*. Toronto, University of Toronto. Department of Geography. PhD in Geography.
- RITCHOT, Gilles, MERCIER, Guy et MASCOLO, Sophie (1994) L'étalement urbain comme phénomène géographique: l'exemple de Québec. *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 38, n° 105, p. 261-300.
- ROSEN, Sherwin (1974) Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, vol. 82, n° 1, p. 34-55.
- TATSUOKA, Maurice M. (1971) *Multivariate Analysis: Techniques for Educational and Psychological Research*, New York, John Wiley and Sons.
- THÉRIAULT, Marius, DES ROSIERS, François et JOERIN, Florent (2005) Modelling Accessibility to Urban Services Using Fussy Logic: A Comparative Analysis of Two Methods. *Journal of Property Investment and Finance*, vol. 23, n° 1, p. 22-54.
- TU, Yong, SUN, Hua et YU Shi-Ming (2007) Spatial Autocorrelations and Urban Housing Market Segmentation. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, vol. 34, n° 3, p. 385-406.
- WATKINS, Craig (2001) The definition and identification of housing submarkets. *Environment and Planning A*, vol. 33, n° 12, p. 2235-2253.