

**MESURE DE DIVERSES EXPRESSIONS DE L'ÉTALEMENT
URBAIN À L'AIDE DE DONNÉES FUSIONNÉES
D'ENQUÊTE TRANSPORT ET DE RECENSEMENT :
ÉTUDE MULTI-PERSPECTIVE DU GRAND MONTRÉAL**

CATHERINE MORENCY, ROBERT CHAPLEAU
GROUPE MADITUC
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

1. MOTIVATION ET CADRAGE

Cet article s'intéresse à la dynamique de l'étalement urbain, apprécié comme concept rassembleur des transformations urbaines qui s'opèrent sur un territoire urbain, ainsi qu'à ses conséquences observables sur les comportements de mobilité, notamment l'utilisation des transports en commun. Il s'inscrit dans une démarche de recherche plus vaste portant sur la modélisation totalement désagrégée des interactions entre dynamiques spatiales et mobilité urbaine. Dans un contexte d'évolution urbaine soutenue, nous proposons une analyse du phénomène dans le Grand Montréal dont l'appréhension totalement désagrégée soulève plusieurs exigences-enjeux :

- D'abord, un **enjeu relatif aux données**, notamment l'utilisation conjointe et cohérente des diverses sources d'informations ayant une pertinence anticipée pour l'étude des comportements urbains. Dans le cadre de recherches portant sur le phénomène d'étalement urbain et de ses impacts sur la mobilité, les données issues des grandes enquêtes ménages Origine-Destination sont combinées aux données des recensements canadiens afin de procéder à une caractérisation multivariée des ménages dont la mobilité quotidienne a été observée. Cette opération de fusion de données est effectuée au meilleur niveau de résolution spatiale permis par les données diffusées, afin de laisser s'exprimer, a priori, toute la variabilité comportementale et d'échantillonnage.
- Un **enjeu de mesure** qui procède du désir de cerner, objectivement et quantitativement, l'utilisation changeante de l'espace pour des fins de résidence, d'activités et de desserte de transport d'une part, et, d'autre part la mobilité urbaine constituée des multiples déplacements faits quotidiennement par la population montréalaise. Il y a donc là nécessité de définir et d'appliquer différentes métriques aux mouvements des personnes et véhicules sur les infrastructures de transport.
- Finalement, un **enjeu relatif aux instruments** qui cristallisent les procédures et connaissances méthodologiques. L'enjeu fait référence ici à l'insertion de différentes technologies récentes permettant d'enrichir le processus analytique notamment par la prise en compte du caractère spatial des données (systèmes d'information géographiques, statistiques spatiales), par l'introduction d'interactivité exploratoire (interfaces de consultation interactive assistant la démarche analytique) ainsi que par la visualisation spatiale des phénomènes (cartographie 2D/3D, animation).

L'étalement urbain s'exprime à travers différents points de vue, à travers les dynamiques spatio-temporelles des multiples objets urbains que sont les unités de logement (opportunités d'habitation), les ménages, les personnes, les extrémités de déplacements ainsi que les différents lieux soutenant la réalisation des activités urbaines : travail, étude, loisir, magasinage. Nous tentons de mieux cerner ces dynamiques en mesurant, à l'aide de données spatio-temporelles fines, certaines interactions qu'entretiennent entre eux ces objets. Notre contribution se traduit par l'analyse et la mesure de diverses expressions de l'étalement urbain sur le territoire du Grand Montréal.

Cet article présente d'abord le contexte d'étude, notamment la donne permettant d'articuler les différentes mesures du phénomène à l'étude. Une formalisation du système d'interactions urbaines orientant la démarche d'analyse (qui mènera éventuellement à l'articulation d'une démarche de modélisation) est ensuite proposée. Une discussion synthétique à propos du

mécanisme de fusion de données est ensuite présentée, menant à la construction d'un ensemble intégré d'attributs caractérisant les ménages montréalais. Différentes expérimentations de mesures de certaines interactions urbaines sont ensuite exposées : caractérisation du réseau de transport, mesure de la dynamique de construction résidentielle, étude des stratégies de localisation résidentielle par les ménages, dynamiques de localisation des lieux d'activités ainsi que modélisation simple des relations entre vagues de construction résidentielle et mobilité.

2. SYSTÈME INFORMATIONNEL DE RÉFÉRENCE : LE CAS DE MONTRÉAL

L'expérience de Montréal en termes de réalisation d'enquêtes ménages de type Origine-Destination a fait l'objet de multiples expressions écrites, tout comme les différentes exploitations totalement désagrégées des données en découlant (CHAPLEAU, 1995 ; BONNEL, LE NIR, 1994). Nous ne ferons qu'en rappeler les grandes lignes tout en exposant les sources informationnelles soutenant la démarche analytique.

2.1. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE ET RÉSEAUX DE TRANSPORT

À l'instar de toutes les grandes agglomérations urbaines, la région de Montréal a connu un étalement de sa population, menant à une redéfinition du périmètre d'étude couvert par les enquêtes régionales sur la mobilité. En 1998, le territoire d'enquête Origine-Destination s'étend sur une superficie de 5 390 km², soit 4 100 km² de plus qu'en 1970 (croissance de 317 %), année de réalisation de la première enquête de ce type.

L'infrastructure routière a connu peu d'évolution dans les 10 dernières années. Cette stabilité permet de poser l'hypothèse que les déplacements effectués en 1987 et 1993 s'appuient sur un niveau de desserte similaire à celui observé en 1998. La situation est différente pour le réseau de transport en commun dont la configuration et le niveau d'offre de service sont spécifiques à chaque enquête. Les fonctionnalités totalement désagrégées de l'approche MADITUC¹ sont utilisées pour mesurer finement la trace des déplacements déclarés sur le réseau de transport en commun. Une fonction d'impédance permet d'attribuer un temps généralisé à chaque déplacement ; cette fonction tient compte des temps d'accès, d'attente, en véhicule ainsi que de diverses pénalités de correspondance entre modes de transport en commun (autobus, métro, train, service express).

2.2. MESURER LA MOBILITÉ : LES ENQUÊTES ORIGINE-DESTINATION

La région de Montréal dispose d'une expérience importante de réalisation d'enquêtes portant sur la mobilité des ménages et personnes : enquêtes

¹ Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires de Transport Urbain Collectif (CHAPLEAU, 1992).

ménages téléphoniques Origine-Destination, enquêtes à bord des véhicules, enquêtes sur l'utilisation des titres de transport (CHAPLEAU et alii, 2001). Les enquêtes Origine-Destination sont réalisées environ tous les 5 ans depuis 1970 et permettent de constituer une base d'information détaillée sur les ménages (taille, motorisation, lieu de résidence), les personnes (genre, âge) ainsi que leur mobilité (circonstances des déplacements) lors d'un jour moyen de semaine. L'échantillon est de l'ordre de 5 % des ménages résidant sur le territoire d'enquête, ce qui représente plus de 65 000 ménages en 1998.

Pour les fins de cette recherche, les données totalement désagrégées provenant des trois dernières enquêtes Origine-Destination à savoir 1987, 1993 et 1998 sont exploitées. Chaque enquête procède d'une part des acquis méthodologiques des enquêtes passées et d'autre part des innovations technologiques et informationnelles souvent issues d'expérimentations en milieu de recherche (voir CHAPLEAU et alii, 2001 pour une expression détaillée des expériences technologico-informationnelles de réalisation d'enquêtes transport dans la grande région de Montréal). Ce qu'on appelle aujourd'hui la géolocalisation fine a été amorcée en 1987 alors que les circonstances spatiales des déplacements ont été codifiées au niveau du code postal, les enquêtes précédentes s'appuyant sur un découpage zonal du territoire. Bien que le niveau de résolution des informations spatiales ait évolué avec le temps, ces trois dernières enquêtes permettent de réaliser des études évolutives à de hauts degrés de raffinement spatial (coordonnées x,y).

2.3. MESURER LES UNIVERS SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES : LES RECENSEMENTS CANADIENS

La population canadienne fait l'objet d'un recensement tous les cinq ans depuis 1956. En outre, le premier recensement dit contemporain (méthode d'autodénombrement selon laquelle le répondant remplit lui-même son questionnaire) a été introduit en 1971.

Les recensements canadiens s'intéressent à quatre univers : l'univers de la population, l'univers des familles, l'univers des ménages², et l'univers des unités de logements. Ces recensements sont utilisés comme source de référence pour redresser les échantillons des enquêtes Origine-Destination. Cette opération s'effectue à un niveau d'agrégation important : en 1998, 73 strates spatiales sont utilisées pour pondérer les observations recueillies lors de l'enquête Origine-Destination. Cependant, les données de recensement contiennent plusieurs variables dont l'intérêt semble indéniable pour soutenir l'étude des phénomènes urbains liés à la mobilité. Dans cette perspective, les

² « L'univers des ménages comprend des sous-univers et des variables ayant trait à une personne ou à un groupe de personnes (autres que des résidents temporaires ou étrangers) qui occupe un logement. Les variables relatives aux ménages se distinguent de celles se rapportant au logement, du fait que ces dernières ont trait aux caractéristiques du logement et non à celles des personnes qui occupent le logement. » (STATISTIQUE CANADA, 1999).

données des trois derniers recensements canadiens (1986, 1991 et 1996), sur lesquels sont calés les enquêtes de 1987, 1993 et 1998, sont couplés aux données de ces trois dernières enquêtes Origine-Destination afin d'ajouter des dimensions à la caractérisation des ménages échantillonnés. Différents attributs des unités de logement (période de construction, type d'habitation, valeur de l'unité), des ménages (revenus moyens) et des personnes (langue parlée à domicile, niveau de scolarité) peuvent être introduits dans l'étude des interactions urbaines.

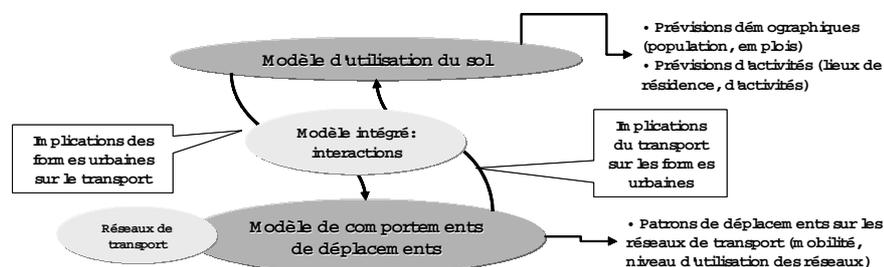
3. PROBLÉMATIQUE

3.1. CONCEPTUALISATION DES INTERACTIONS URBAINES

L'étude des interactions entre mobilité urbaine et dynamiques spatiales s'inscrit dans le courant de recherche des modèles intégrés ou modèles d'interaction qui s'intéressent plus spécifiquement à l'instrumentation des échanges informationnels entre les modèles de prévision de la demande de transport (tels que la procédure séquentielle classique) et les modèles de prévision démographique et d'utilisation de l'espace.

Les modèles d'utilisation du sol soutiennent les exercices de prévisions démographiques et d'activités dont les projections sont utilisées comme intrant dans les modèles de prévision de la demande de transport (Figure 1). Les modèles d'interaction alimentent le processus par un mécanisme de rétroaction entre ces deux modèles: reconnaissance que les formes urbaines influencent les comportements de déplacement et l'architecture du système de transport, qui, rétroactivement, influencent la distribution et la nature de l'utilisation du sol.

Figure 1 : Schématisation des modèles intégrés utilisation du sol / demande de transport



Plusieurs travaux de grande envergure témoignent de l'intérêt porté à ces modèles depuis quelques années. Dans un rapport sur les modèles intégrés urbains, MILLER et alii (1998) résument les interactions réciproques observées entre formes urbaines et utilisation du transport en commun. Une revue de la littérature a permis à ces auteurs d'identifier sept facteurs de formes urbaines ayant une incidence sur l'utilisation du transport en commun. Ces

facteurs sont la densité résidentielle, l'offre de transport en commun, la possession automobile, les facteurs socio-économiques (revenus, âge, genre, occupation), la densité d'emplois, l'accessibilité et l'architecture du quartier.

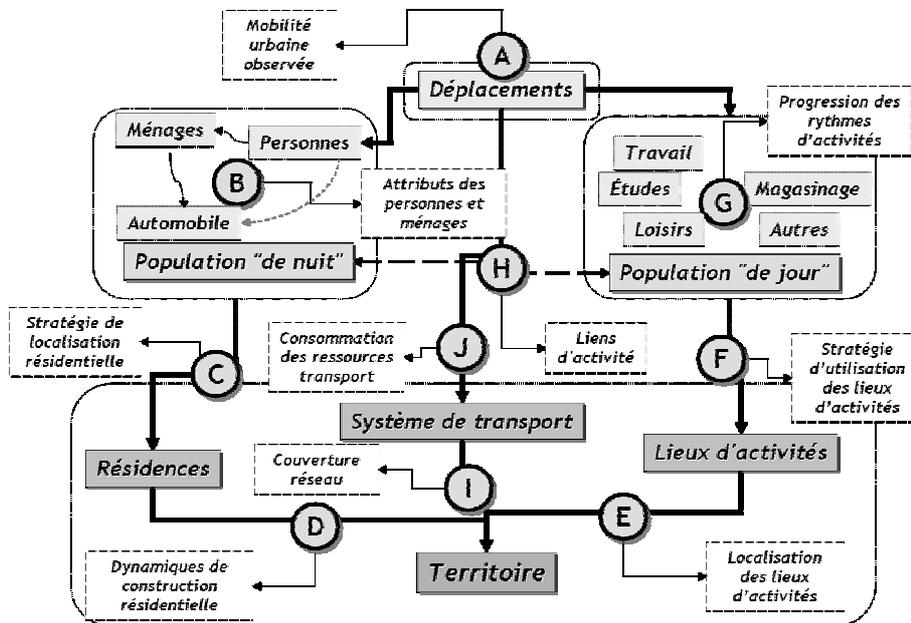
Au niveau européen, WEGENER et FÜRST (1999) exposent l'état de l'art sur la problématique d'interaction entre transport et utilisation du sol. Depuis cinq facteurs clés exprimant l'utilisation du sol (densité résidentielle, densité d'emplois, type de voisinage, localisation spatiale, taille de la région), ils anticipent des impacts théoriques sur les comportements de mobilité (longueur de déplacement, taux de mobilité, choix modal).

Sur une même trame, une articulation des interactions observables sur le territoire de la Grande Région de Montréal est proposée à la Figure 2 ; dix problématiques interdépendantes sont identifiées :

- A. Mobilité quotidienne observée : La mobilité observée est le résultat d'un désir ou besoin comblé de participer à une activité hors domicile. Bien qu'influencée par la nature du ménage, la mobilité se manifeste généralement sur une base individuelle (objet Personne) et s'exprime par le biais de différents indicateurs : taux de mobilité, distance parcourue, utilisation des différents modes et réseaux de transport, distribution des motifs et heures de déplacements, distribution des lieux d'activités, budget-temps.
- B. Évolution de la structure des ménages : Les personnes dont la mobilité est assujettie à une analyse détaillée appartiennent à des ménages. Les attributs de ces deux entités, la personne et le ménage, ont une incidence sur les comportements individuels de mobilité. En outre, certaines tendances lourdes telles que l'accroissement de la motorisation des ménages ainsi que la réduction de leur taille risquent d'influer sur les stratégies de déplacement des individus. Il est en outre courant, dans l'application de modèles classiques, de faire appel à des taux de génération de déplacements par ménage pour produire un nombre de déplacements émergeant d'une zone donnée. Cette pratique implique une perpétuation des comportements de mobilité observés sans prise en compte du phénomène de restructuration des ménages. Un raffinement possible de ces modèles consiste à étudier les comportements individuels selon la taille du ménage d'appartenance.
- C. Stratégie de localisation résidentielle des ménages et personnes : Les ménages, et par conséquent les personnes, remplissent leur devoir de citoyen en regard d'une appartenance territoriale, d'un lieu de résidence. Le choix de ce lieu de résidence est, vraisemblablement, le résultat d'un compromis entre divers intérêts individuels et de groupe: qualité de vie, proximité des lieux d'activités, potentiel économique et fardeau fiscal, disponibilité d'unités de logement, liens sociaux et

familiaux, etc. Le choix de ce lieu de résidence est par ailleurs très dictatorial sur les comportements de mobilité. L'étude des stratégies de localisation résidentielle par les ménages s'intéresse à l'évolution de l'existence spatiale (dite « de nuit ») de la population sur le territoire montréalais et, par interaction, aux conséquences de cette localisation sur la mobilité adoptée par les personnes de ces ménages.

Figure 2 : Structure des interactions urbaines pour fins de modélisation dans la grande région de Montréal



D. Dynamiques de construction résidentielle : Les choix résidentiels des ménages sont contraints par la disponibilité d'opportunités d'habitation. La dynamique de construction résidentielle est elle-même régie par plusieurs réglementations et plans stratégiques de juridiction parfois floue (zonage, plans d'urbanisme, intérêts des promoteurs). Cette dynamique, préalable à l'établissement résidentiel des ménages, informe sur le processus de structuration du territoire urbain comme espace de réalisation des multiples activités urbaines.

E. Dynamiques de localisation des lieux d'activités : Similairement, le degré de liberté des individus en termes de réalisation d'activités sera fonction de l'offre de lieux aptes à soutenir ces activités. La structure d'une région urbaine résultera vraisemblablement des dynamiques de localisation de lieux d'activités, cette dynamique se manifestant par l'évolution de la présence d'opportunités d'activités sur le territoire : lieux d'emplois, lieux d'étude, lieux de loisir, lieux de magasinage.

- F. Stratégie d'utilisation des lieux d'activités par les individus et ménages : L'existence de multiples lieux d'activités implique que les individus et ménages déploient des stratégies d'utilisation de ces lieux qui coïncident aux désirs, priorités et contraintes qui leur échoient. En outre, une distinction est faite entre les activités contraintes (travail, étude) et les activités non-contraintes (loisir, magasinage) qui présentent, de toute évidence, des stabilités et flexibilités de choix différentes.
- G. Progression des rythmes d'activité : Alors que l'évolution des attributs d'une clientèle propre à un lieu d'activité (F) permet de comprendre les dynamiques d'extrémités de déplacement-motif, la même étude portée sur l'objet individu permet d'apprécier l'évolution des rythmes individuels d'activités en regard d'un groupe de référence (âge, sexe, taille et motorisation du ménage d'appartenant). L'étude des rythmes d'activités (motifs, modes, utilisation du temps) s'intéresse donc à la mesure de l'activité quotidienne de différents segments de population.
- H. Évolution des liens d'activités (domicile-activité) : Outre la connaissance des attributs socio-démographiques, le lieu et la nature du domicile des voyageurs deviennent des variables critiques dans l'étude de la consommation des différentes fonctions urbaines. Les liens d'activités révèlent d'une part la perception des ménages face aux coûts de déplacement pour accéder aux multiples activités quotidiennes et permettent d'autre part d'apprécier les conséquences de la « mobilité facilité » (WIEL, 1998) sur la configuration spatiale des activités urbaines régionales. L'étude de la population mobile, à la fois sous la perspective de nuit et de jour, cherche à comprendre les liens de dépendance qui existent entre la localisation et la nature du lieu de résidence et la localisation des lieux d'activités.
- I. Caractérisation des infrastructures de transport : La troisième catégorie de fonctions urbaines soutenues par le territoire concerne les infrastructures collectives de transport. Ces infrastructures, tant routières que de transport en commun, délimitent l'espace compétent pour soutenir les échanges entre lieux de résidence et d'activités.
- J. Mesure fine de la consommation des réseaux de transport : Sous la perspective des réseaux de transport, la mobilité se mesure en terme de consommation de service. Les déplacements échantillonnés lors des enquêtes Origine-Destination n'existent qu'en regard d'un réseau de transport qui permet la liaison entre deux points spatialement localisés. L'étude de la consommation des réseaux de transport s'intéresse à l'utilisation des différentes infrastructures publiques et privées par des marchés de mobilité. Des modèles de simulation

permettent d'apprécier le coût de transport sur chacun des réseaux de transport.

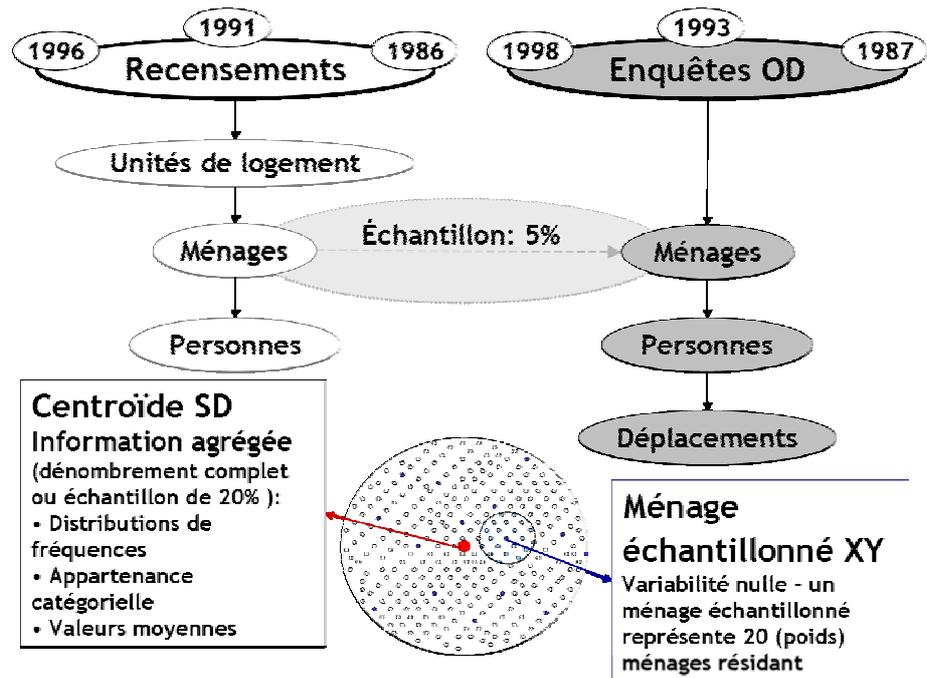
Cette formalisation encadre la démarche de recherche plus approfondie à laquelle se greffe les démonstrations présentées dans cet article. Éclairée par l'étude des différentes interactions, cette recherche tend vers une modélisation totalement désagrégée des interactions entre dynamiques spatiales et mobilité urbaine. Le présent article amorce l'analyse des interactions I, D, C, E et H et suggère différentes mesures permettant de raffiner notre compréhension du système urbain.

3.2. L'UTILISATION CONJOINTE DES DONNÉES EXPRIMANT LA RÉALITÉ URBAINE

Un des enjeux identifiés de la démarche consiste à exploiter conjointement les données provenant des enquêtes Origine-Destination et des recensements, et ce au meilleur niveau de résolution réalisable. Cette orientation devrait d'une part permettre le raffinement de la caractérisation des ménages et personnes dont la mobilité a fait l'objet d'une entrevue détaillée, et d'autre part soutenir le raffinement du processus de redressement (pondération) des enquêtes Origine-Destination, approfondissant de surcroît notre compréhension des échantillons recueillis. Dans cette perspective, cette fusion de données vise à mettre en relation les caractérisations de jour et de nuit des populations.

Les données de mobilité issues des enquêtes Origine-Destination sont disponibles au niveau totalement désagrégé : chaque ménage, personne et déplacement existe en tant qu'objet spécifique dans la base de données. Selon la méthodologie actuelle d'enquête Origine-Destination, l'unité d'échantillonnage est le ménage et seule sa représentativité en regard d'une population de référence est attendue ; cette population est dénombrée lors des recensements canadiens. Les données de recensement sont diffusées, au mieux, par secteur de dénombrement, découpage statistique rassemblant environ 300 ménages. Chaque secteur de dénombrement est localisé par le biais d'un point représentatif et contient des informations agrégées, non croisées, pour chacun des quatre univers (unités de logement, ménages, familles, personnes). La Figure 3 illustre certains enjeux d'association entre ces sources de données.

Figure 3 : Enjeux de fusion entre les recensements canadiens et les enquêtes Origine-Destination

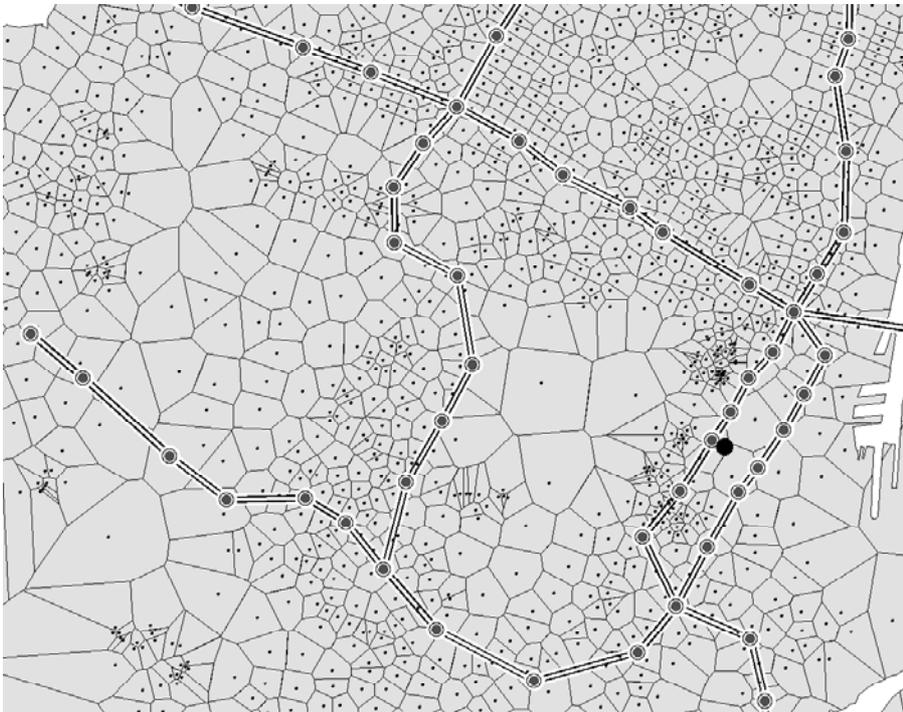


En conséquence, l'utilisation combinée des données provenant de ces deux sources peut exister par la liaison de chaque ménage échantillonné au secteur de dénombrement le plus plausible de le contenir, cette liaison devant dépendre d'une logique de proximité spatiale. Suite à l'expérimentation d'une approche de fusion par distance euclidienne minimum, chaque ménage étant associé au centre médian le plus près (MORENCY, CHAPLEAU, 2002), nous avons procédé à l'association des entités ménage et secteur de dénombrement par polygone de Thiessen. Cette approche permet de découper le territoire en polygones, chacun ne contenant qu'un seul secteur de dénombrement. Chaque polygone représente une zone de proximité envers laquelle le secteur de dénombrement a une influence exclusive; tous les ménages hébergés dans ce polygone hériteront des attributs du secteur de dénombrement correspondant. Une étude sommaire des polygones (recensement 1996) indique que plus de 83 % des polygones ont une superficie d'un kilomètre carré ou moins; le découpage résultant est donc très fin. La Figure 4 illustre le résultat de cette méthode appliquée aux secteurs de dénombrement du recensement de 1996 (territoire avoisinant le métro de Montréal).

Cette approche soulève des questionnements sur les échantillons d'enquête Origine-Destination puisque certains polygones n'hébergent aucun ménage ; en effet, selon cette approche, 3.4 % des secteurs de dénombrement de 1996 ne seraient pas représentés par les ménages échantillonnés lors de l'enquête

Origine-Destination de 1998. Nous croyons que cette démarche pourra contribuer à documenter les études portant sur la représentativité des échantillons recueillis lors des enquêtes Origine-Destination.

Figure 4 : Découpage du territoire montréalais en polygones de Thiessen propres à chaque secteur de dénombrement de recensement – territoire avoisinant le métro



3.3. LE MÉNAGE COMME ENTITÉ D'ORIENTATION DE LA MOBILITÉ INDIVIDUELLE

Nous convenons que l'objet échantillonné lors des enquêtes Origine-Destination est le ménage et que la fusion avec les données de recensement relève de cette entité. Bien que la mobilité individuelle soit le phénomène observable sur les réseaux de transport, il semble évident que cette mobilité soit orientée, modulée par les attributs du ménage d'appartenance. Des attributs comme la localisation spatiale du lieu de résidence, la nature de l'unité de logement habitée, la possession automobile du ménage de même que les aspects de concurrence et compromis entre individus d'un même ménage apparaissent comme des perspectives à approfondir. Les tendances lourdes comme la diminution de la taille des ménages, la croissance de la motorisation ou la participation accrue des femmes au marché du travail confirment la pertinence d'orienter l'étude de la mobilité sur l'objet ménage et de distinguer, a priori, les individus selon la taille du ménage d'appartenance.

4. MESURER DIVERSES EXPRESSIONS DE L'ÉTALEMENT URBAIN

L'expérience de mesure multi-perspective de l'étalement urbain est assujettie à différents raffinements visant à conformer le processus de modélisation au contexte particulier de la mobilité urbaine :

- L'espace compétent pour soutenir les activités urbaines se limite au territoire que la présence du réseau de transport fait fonctionnellement exister pour les résidents; par conséquent, la logique réticulaire devient particulièrement pertinente pour soutenir les mesures d'accessibilité motorisée, notamment vers le centre-ville, et les mesures de densité. Ainsi, la distance euclidienne au centre-ville sera remplacée par une distance d'accès au centre simulée sur le réseau routier (sans congestion) et les densités réticulaires (entités par unité de surface réseau, la surface réseau étant approximée par un tampon spatial de 100 mètres appliqué uniformément de part et d'autre du réseau routier détaillé) se substitueront aux densités brutes (entités par unité de surface).
- La structure de l'espace montréalais, qui sera appréciée à l'aide de deux indices (section 4.3.), milite en faveur d'un raffinement polaire des analyses de type radial; certaines analyses seront segmentées en quadrants afin d'observer la variabilité comportementale dans différentes directions.
- La nature changeante de l'entité ménage mérite une attention certaine ; la taille de ce dernier, influant sur la liberté d'action des individus, servira de variable de segmentation a priori des individus.

Dans cette perspective, nous proposons différentes expressions du phénomène d'étalement urbain ainsi que des ses conséquences sur la mobilité.

4.1. QUELQUES FAITS SAILLANTS DE 1987 À 1998

Notre démarche analytique s'amorce par l'étude de différentes tendances lourdes observées dans la grande région de Montréal, et ce depuis l'évolution des attributs de quatre objets urbains : les unités de logement, les ménages, les personnes et les déplacements.

Les tendances suivantes sont observées sur une période de 10 ans (Tableau 1) :

- . Augmentation de la proportion d'unités de logement de type unifamilial³ ;

³ « Logement individuel qui n'est joint à aucun autre logement ou construction (sauf à son propre garage ou hangar). Une maison individuelle non attenante est entourée d'espaces libres et n'a aucun logement au-dessus ou en dessous. » (Statistique Canada, 1999).

Tableau 1 : Tendances lourdes observées dans la grande région de Montréal sur une période de 10 ans
(Source : enquêtes Origine-Destination de 1987 et 1998)

	1987	1998
UNITÉS DE LOGEMENT		
Année moy. de construction des UL:	1967	1971
% UL de type unifamilial:	27.8%	30.1%
% UL en propriété:	44.7%	48.0%
MÉNAGES		
Personnes/ménage:	2.56	2.40
% ménages à 1 personne:	21.8%	29.4%
Automobiles/ménage:	1.06	1.15
% ménages sans automobile:	25.2%	23.1%
% ménages non mobiles:	9.3%	9.9%
% ménages résidant sur l'IDM:	65.1%	59.6%
% automobiles résidant sur l'IDM:	53.8%	47.4%
% ménages < 20 000\$/année:	35.7%	28.8%
Auto / pers.16 ans et plus:	0.51	0.60
PERSONNES		
% pers.: formation universitaire:	20.6%	25.8%
Âge moyen:	35.0 ans	36.3 ans
% pers. âgées de 65 ans et plus:	10.0%	12.1%
% pers. âgées de 15 ans et moins:	19.3%	19.7%
% hommes: travailleurs:	48.1%	41.0%
% femmes: travailleuses:	30.8%	31.8%
% personnes non-mobiles:	20.2%	21.3%
DÉPLACEMENTS		
Dépl. / personne:	2.17	2.33
Dépl. TC / personne:	0.42	0.33
Dépl. CV / personne:	0.19	0.19
Dépl.TC / Dépl. Motorisés:	29.8%	21.0%
Km motorisé / personne:	13.1 km	15.6 km
Km TC par personne:	3.7 km	3.1 km

- . Croissance de l'accès à la propriété : presque un ménage sur deux est maintenant propriétaire de l'unité de logement qu'il habite ;
- . Diminution de la taille des ménages ;
- . Augmentation de la proportion de ménages dits célibataires (1 personne) à près de 30 % de la population totale de ménages ;

- . Augmentation de la possession automobile des ménages ;
- . Diminution du taux de résidence sur le territoire de l'Île de Montréal ;
- . Augmentation du niveau général de scolarité avec une proportion croissante d'individus ayant une formation universitaire ;
- . Vieillesse de la population ;
- . Participation accrue des femmes au marché du travail ;
- . Augmentation générale de la mobilité ;
- . Diminution du taux quotidien d'utilisation des transports en commun ;
- . Diminution de la part de marché du transport en commun ;
- . Augmentation du kilométrage parcouru quotidiennement.

4.2. ÉVOLUTION DE LA RÉPARTITION DES OBJETS URBAINS SUR LE TERRITOIRE

L'introduction d'une perspective spatiale à ces tendances temporelles informe sur le degré d'étalement des différents objets urbains. La Figure 5 présente les proportions cumulées de différents attributs à des distances d'accessibilité au centre-ville de 10 et 20 kilomètres (distances simulées sur le réseau routier). Cette représentation indique le poids relatif de chaque attribut à l'intérieur de ces deux distances ainsi que l'évolution de ce poids sur une période de 10 ans. La lecture du graphique indique par exemple que 40 % des ménages résidaient à moins de 10 kilomètres du centre-ville en 1987 et que cette proportion est tombée à 36 % en 1998, les proportions à l'intérieur d'une distance de 20 kilomètres sont passées de 75 % à 70 %.

Le premier constat en est un de réduction généralisée du poids relatif de l'ensemble de ces attributs, constat qui évoque une progression plus importante en périphérie et/ou un exode vers ces territoires. D'autres observations spécifiques méritent une certaine attention :

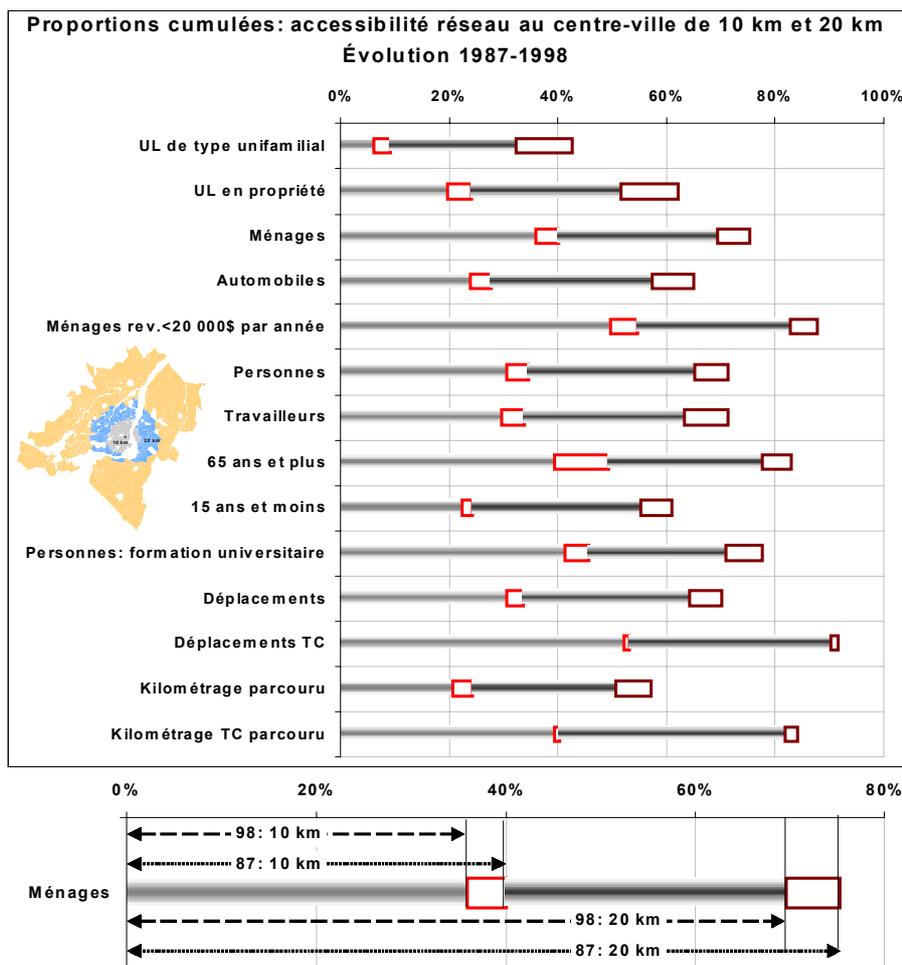
- . Plus de 60 % des unités de logement de type unifamilial se retrouvent maintenant à plus de 20 kilomètres du centre-ville (distance d'accessibilité réseau au centre-ville).
- . Les proportions respectives de ménages et automobiles, en décroissance dans les rayons à l'étude, confirment la possession automobile plus importante dans les territoires plus éloignés.
- . Il y a une forte concentration des ménages à faibles revenus à proximité du centre-ville avec plus de 50 % de ceux-ci à 10 kilomètres ou moins.
- . Vues en parallèles, les proportions de personnes âgées et de jeunes évoquent les différences démographiques entre populations centrales et populations périphériques. Par ailleurs, le vieillissement bien connu de

la population se répercute par une présence plus importante des personnes âgées dans la banlieue proche ; leur proportion a chuté de près de 10 % en 10 ans dans un rayon d'accessibilité au centre de 10 kilomètres.

. Plus de 50 % des déplacements transport en commun sont effectués par des résidents habitant à 10 kilomètres ou moins du centre-ville ; cette proportion est de plus de 90 % à une distance réseau de 20 km. Ces poids présentent une stabilité fort surprenante dans le temps.

. Les proportions respectives de déplacements et de kilométrage parcouru (par les résidents) expriment l'augmentation des distances de déplacement avec l'éloignement du lieu de résidence.

Figure 5 : Évolution de divers indicateurs urbains cumulés, en pourcentage, dans des rayons d'accessibilité au centre-ville de 10 et 20 kilomètres



Ces observations traduisent quantitativement certaines des réflexions faites par WIEL (1998) à propos de la transition urbaine. La « mise en ordre spatiale de la diversité des demandes d'utilisation de l'espace » s'exprime à travers la dynamique du marché de l'habitation, la ségrégation spatiale de segments de population ou la concentration des différentes fonctions urbaines, quelques uns des phénomènes découlant de la mobilité dorénavant facilitée par la grande présence automobile.

4.3. CARACTÉRISATION DES RÉSEAUX DE TRANSPORT (I)

Dans un contexte d'étude de la mobilité urbaine et de ses liens de causalité avec la structure spatiale du territoire et des réseaux de transport, une première caractérisation du territoire et des infrastructures de transport est effectuée. Cette caractérisation s'appuie sur deux indices mettant en relation trois expressions de l'aire d'étude cernées par un cercle de rayon r ancré au centre-ville (Figure 6) :

- . EIU (espace isotrope uniforme)⁴ : espace radioconcentrique mesuré autour d'un centre-ville, de superficie πr^2 ;
- . ETM (espace couvert par le territoire montréalais) : territoire de la grande région de Montréal telle que délimitée lors de l'enquête Origine-Destination de 1998. La superficie de cet espace correspond à la superficie de l'EIU excluant les territoires hors-frontière : cours d'eau, limites du périmètre d'étude ;
- . ERR (espace couvert par le réseau routier) : La présence du réseau de transport, à l'intérieur de l'ETM, est quantifiée par l'application d'un tampon spatial uniforme de 100 mètres de part et d'autres des tronçons routiers permettant un accès direct aux différentes fonctions urbaines. La superficie de cet espace est la somme des bandes réseaux localisées à l'intérieur du rayon r . Cet espace est qualifié d'espace compétent pour soutenir les activités urbaines.

De toute évidence, pour un rayon r donné, $EIU \geq ETM \geq ERR$.

L'indice de discontinuité spatiale IDS exprime la relation entre l'espace couvert par le territoire montréalais et l'espace isotrope uniforme : $IDS(r) = \frac{ETM(r)}{EIU(r)}$. Cet indice exprime la proportion de l'EIU occupée

par le territoire montréalais. Ce point de vue révèle une dissymétrie du bassin d'attraction urbain soit un développement plus important des banlieues nord et ouest au-delà d'un rayon de 30 kilomètres.

⁴ Les hypothèses de radioconcentricité et d'isotropie autour d'un centre urbain sont à la base des modèles radiaux tels que le modèle de densité de H. BLEICHER et le modèle de population cumulée de R. BUSSIÈRE (SCHÉOU, 1998).

Un second indice d'occupation du réseau informe sur la proportion de cet espace montréalais occupée par le réseau de transport $IOR(r) = \frac{ERR(r)}{ETM(r)}$.

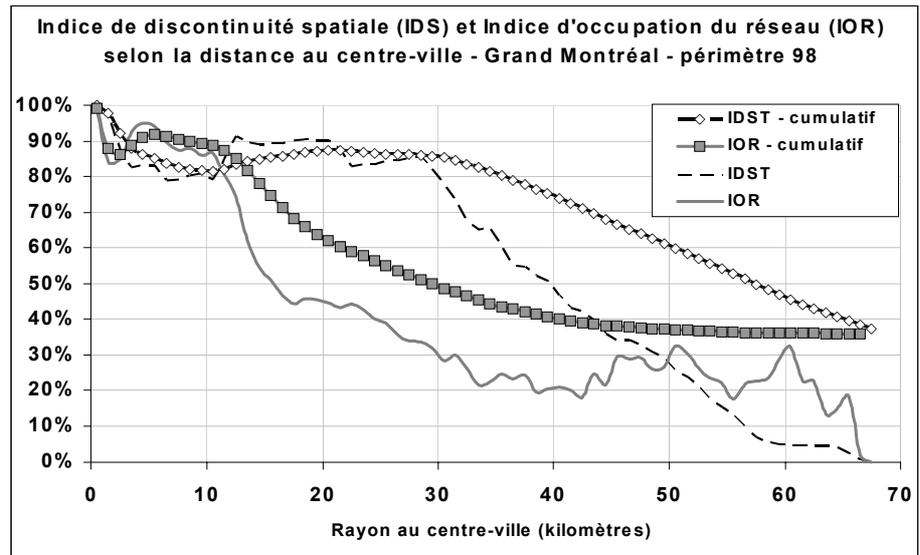
Somme toute, un peu plus du tiers (35,7 %) du territoire montréalais est couvert par le réseau routier ; cette occupation est d'au moins 90 % dans un rayon de 10 kilomètres du centre-ville.

Figure 6 : Périmètre de la région de Montréal (territoire enquêté en 1998), radioconcentricité et couverture du réseau de transport



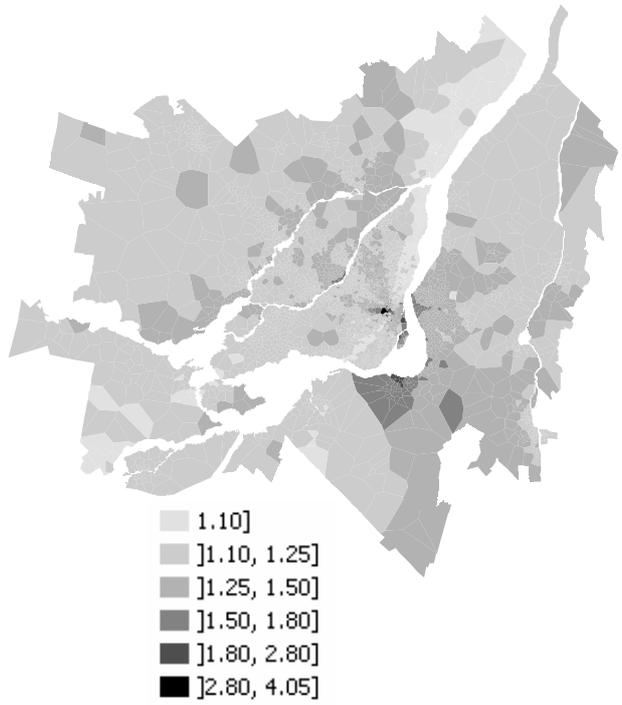
La Figure 7 présente la progression de ces deux indices par anneau d'un kilomètre ainsi qu'à chaque rayon au centre-ville (cumulatif). Cette métrique réticulaire de la région agira comme logique de mesure des densités d'activités ; il y aura donc distinction entre densité brute (entité par unité d'espace couvert par le territoire montréalais) et densité réticulaire (entité par unité d'espace couvert par le réseau routier).

Figure 7 : Caractérisation de l'espace montréalais – Indice de discontinuité spatiale et indice d'occupation du réseau de transport

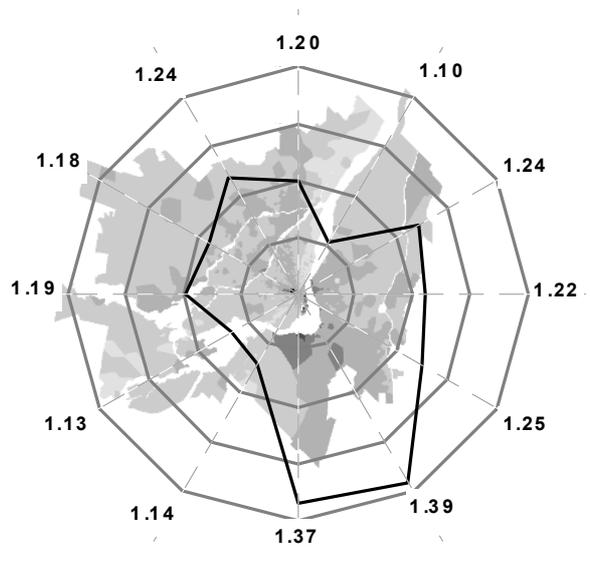


L'accessibilité à un lieu particulier de l'espace est fonction de la structure du réseau de transport. Dans le cas de l'accessibilité au centre-ville, la relation entre la proximité spatiale (distance euclidienne) et la proximité réticulaire (distance mesurée sur le réseau routier) donne un indice d'allongement qui « décrit l'ampleur de l'allongement du trajet induit par la configuration du réseau » (FRANKHAUSER, GENRE-GRANDPIERRE, 1998). La Figure 8 présente les indices d'allongement du réseau routier en direction du centre-ville, estimés depuis les 4 600 centres représentatifs des secteurs de dénombrement du recensement de 1996 : d'une part la répartition spatiale de cet indice, les zones les plus foncées étant associées aux allongements les plus importants, d'autre part des indices moyens calculés pour 12 faisceaux partant du centre-ville. Ces indices d'allongement vers le centre-ville révèlent une disparité d'accès à ce point focal d'activités ; ils expliquent en partie la progression plus lente des populations vers les territoires localisés au sud de l'île de Montréal, ceux-ci semblant être défavorisés par les infrastructures routières en place (ponts, autoroutes) ; des indices d'allongement supérieurs à 1.35 sont observés.

Figure 8 : Indices d'allongement du réseau de transport par rapport au centre-ville : ratio entre la distance au centre mesurée sur le réseau routier et la distance euclidienne au centre



Indices d'allongement du réseau routier par rapport au centre-ville



4.4. DYNAMIQUES DE CONSTRUCTION RÉSIDENIELLE (D)

Il est possible d'observer la dynamique de construction résidentielle dans la grande région de Montréal depuis la variable *période de construction* disponible dans les recensements canadiens. Dans le cas du recensement de 1996, six périodes de construction (Avant 1946, 1946-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-1996) permettent de reproduire une évolution plausible des opportunités d'habitation sur le territoire.

La Figure 9 présente l'état du développement résidentiel, en termes de densités réticulaires (surface réseau) d'unités de logement construites, à différentes périodes. On observe une augmentation de la densité résidentielle dans les territoires centraux, notamment dans le voisinage du réseau de métro ainsi qu'une disponibilité croissante d'unités de logement à l'extérieur de l'Île de Montréal. Les densités centrales demeurent toutefois beaucoup plus importantes.

La mesure de densités sur l'espace couvert par le réseau routier, espace dit compétent pour soutenir l'accès aux activités, fournit un portrait fort différent de celui produit sur la base de densités brutes. Les densités réticulaires, surtout lorsque mesurées sur plus de 4 000 surfaces (surfaces représentant la portion des polygones de Thiessen des secteurs de dénombrement couverte par le réseau routier), atteignent des valeurs extrêmes exprimant les modulations de l'utilisation du sol en certains lieux. Cette variabilité microscopique est généralement estompée par l'utilisation de valeurs moyennes sur des surfaces brutes ne présentant aucune discrimination quant à l'usage réel du sol.

À partir de ces mêmes variables, la Figure 10 présente les vagues de construction résidentielle, toujours exprimées selon l'accessibilité réseau au centre-ville. Le phénomène d'étalement des fonctions résidentielles est confirmé par ce graphique : il y a à la fois éloignement du centre-ville, exprimé par l'accroissement de l'accessibilité moyenne (distance moyenne, mesurée sur le réseau de transport, entre les unités de logement et le centre-ville), et dispersion des unités dans l'espace (affaissement progressif des courbes). Notons que plus de 51 % des unités de logement sont construites à l'intérieur d'une accessibilité réseau au centre-ville de 14 kilomètres ; de ces unités, 23 % ont été construites avant 1946, 28 % de 1946 à 1960, 22 % de 1961 à 1970, 14 % de 1971 à 1980, 11 % de 1981 à 1990 et 2 % de 1991 à 1996.

Figure 9 : Évolution de la surface couverte par les activités résidentielles de 1945 à 1996 appréciée sous forme de densités réticulaires d'unités de logement (unités de logement par unité de surface réseau)
(Source : recensement canadien de 1996)

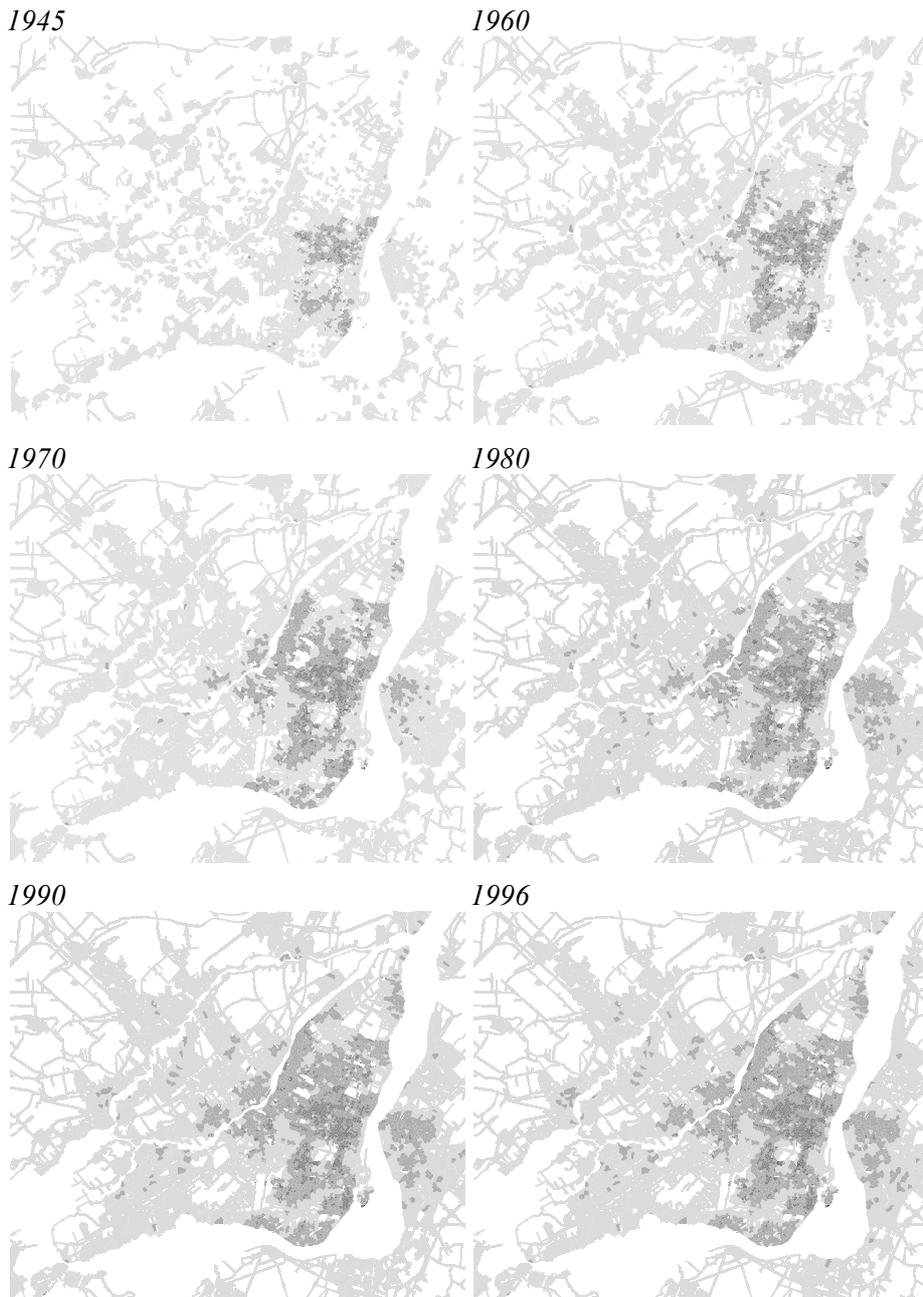
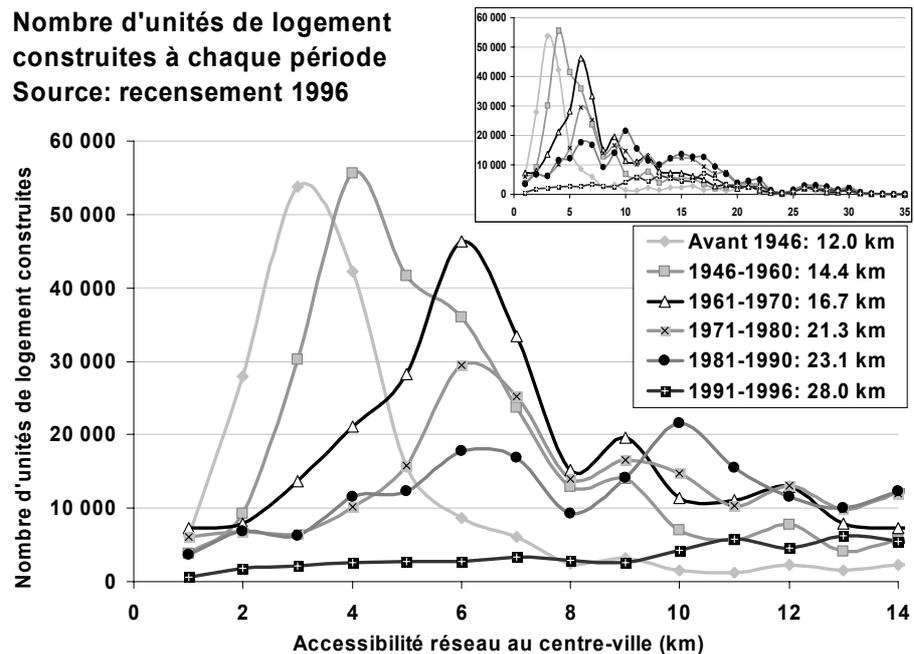


Figure 10 : Vagues de construction résidentielle : nombre d'unités de logement construites lors de chacune des 6 périodes de construction ainsi qu'évolution de l'accessibilité réseau moyenne au centre-ville
(Source : recensement canadien de 1996)



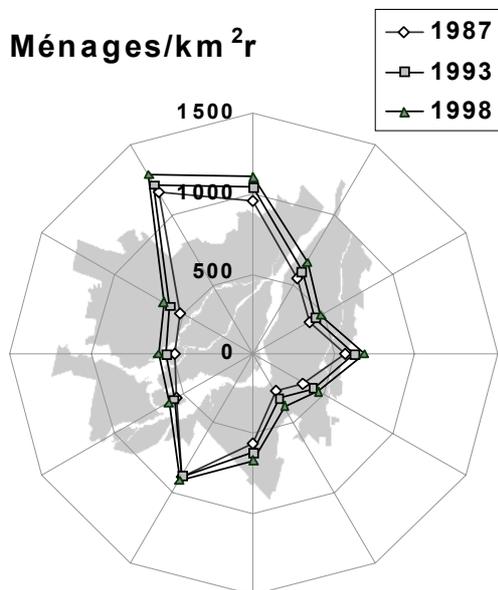
4.5. STRATÉGIES DE LOCALISATION RÉSIDENNELLE PAR LES MÉNAGES (C)

La seconde perspective permettant de documenter le phénomène d'étalement urbain concerne les entités ménages. L'état des populations résidentes s'appuie d'abord sur l'estimation de densités moyennes selon 12 axes prenant source au centre-ville. Le portrait résultant (Figure 11) permet d'identifier les directions les plus densément habitées et confirme une augmentation généralisée de la densité de ménages. Lorsque ce même portrait est produit pour les ménages de différentes tailles (quatre classes), il révèle que ce sont les ménages célibataires qui ont connu la plus forte augmentation depuis 10 ans, avec des progressions dépassant les 60 % dans certains axes. Ce portrait expose une progression inversement proportionnelle à la taille, la densité des ménages de 4 personnes et plus allant même jusqu'à diminuer dans certaines directions.

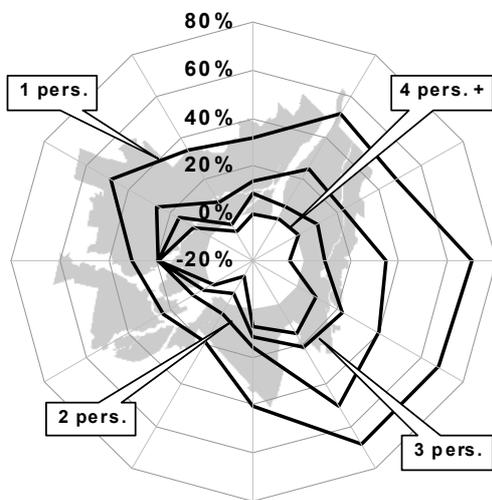
En guise d'approfondissement, nous appliquons le modèle de répartition des populations autour d'un centre urbain de BUSSIÈRE tout en introduisant quelques raffinements : l'application d'une métrique réticulaire plutôt qu'une métrique spatiale pour l'ordonnancement des valeurs et leur cumul, la décomposition a priori des populations d'intérêt en classes basées sur la taille des ménages ainsi que la segmentation en 4 quadrants afin d'apprécier les

disparités spatiales des migrations. D'autres raffinements méthodologiques ont été proposés par PÉGUY (2000) pour l'estimation des fonctions de densité, notamment l'utilisation de distances-temps et de distances-réseaux, l'exploitation d'autres formes fonctionnelles et la formulation d'un modèle tenant compte de l'autocorrélation spatiale.

Figure 11 : Évolution des densités réticulaires de ménages (de différentes tailles) de 1987 à 1998.
Décomposition radiale de la région depuis le centre-ville



Évolution de la densité de ménages (87-98)



Le modèle proposé par R. BUSSIÈRE dans les années 1970 exprime la répartition de la population autour d'un centre urbain. Cette formulation provient d'une vérification expérimentale du modèle de répartition des densités de population proposé initialement par H. BLEICHER (SCHÉOU, 1998). Ces modèles se formulent comme suit.

. D'une part, le modèle de répartition des densités de population de H. BLEICHER suggère une décroissance exponentielle de la densité de population avec l'éloignement du centre-ville. Dans ce modèle, le paramètre A exprime la densité théorique de population au centre-ville (pour une distance au centre-ville $r = 0$) alors que le paramètre b représente le taux de décroissance exponentielle de la densité, toujours en fonction de la distance au centre-ville : $D(r) = Ae^{-br}$.

. D'autre part, le modèle proposé par BUSSIÈRE s'appuie sur les mêmes paramètres (A et b) et permet de décrire la population cumulée autour d'un centre urbain : $P(r) = \frac{2\pi A}{b^2} [1 - (1 + br)e^{-br}]$.

Les résultats de l'estimation des paramètres A et 1/b (inverse du taux de décroissance exponentielle qui correspond au point d'inflexion de la courbe du modèle de population cumulée au-delà duquel la courbe décroît sans jamais devenir nulle) pour les populations de ménages de la grande région de Montréal sont présentés à la Figure 12. À titre d'exemple, la courbe cumulée de ménages célibataires, à la source de l'estimation de ces paramètres, est présentée à la Figure 13 ainsi que le découpage de la région en quatre quadrants.

De ces résultats, nous observons que :

- . Les densités théoriques sont en baisse pour les ménages de deux personnes et plus et ce dans toutes les directions exprimant une dédensification de ces populations à proximité du centre; dans le cas des ménages célibataires, nous observons une étendue importante de densités théoriques au centre-ville ainsi qu'une augmentation de cette dernière sauf dans la direction Sud-Ouest ;
- . Avec le temps, les points d'inflexion des courbes s'éloignent du centre-ville ; par ailleurs, l'éloignement de ce point d'inflexion, exprimant la dispersion, est proportionnel à la taille des ménages, les ménages célibataires étant les plus concentrés près du centre-ville.

Figure 12 : Évolution des paramètres de la fonction de BUSSIÈRE appliquée aux ménages selon quatre classes de taille. Densité réticulaire et distance simulée sur réseau routier

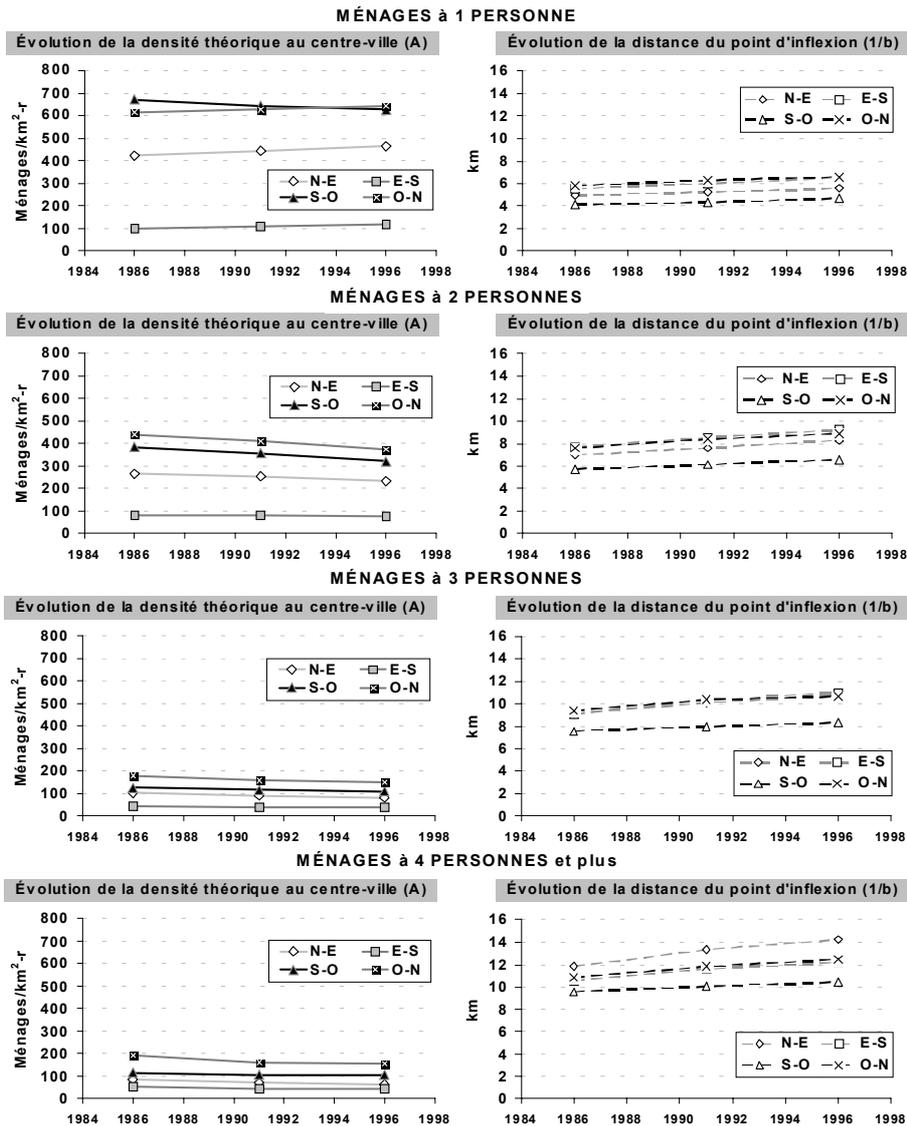
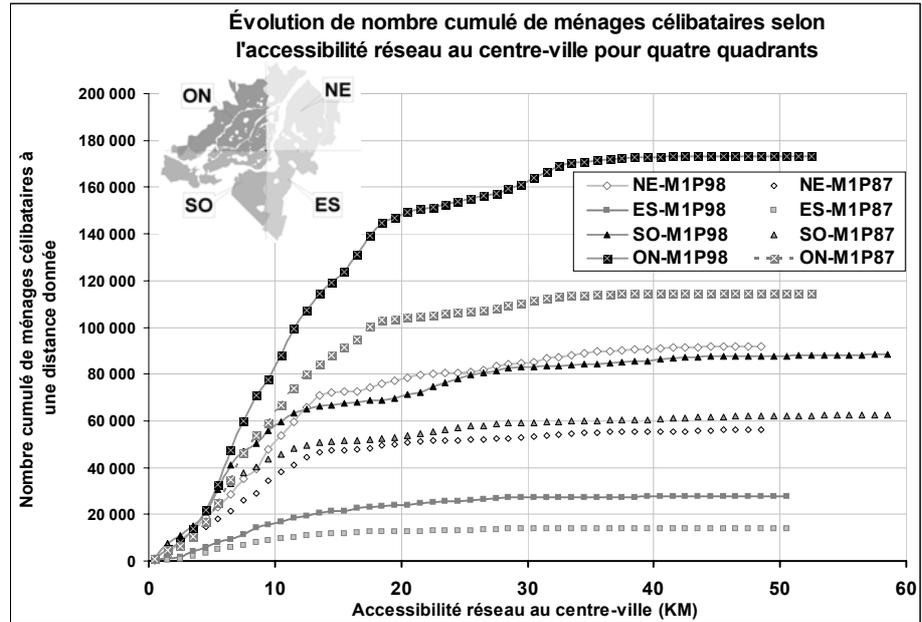


Figure 13 : Répartition de la population de ménages célibataires autour du centre-ville - segmentation en 4 quadrants
Enquêtes Origine-Destination de 1987 et 1998



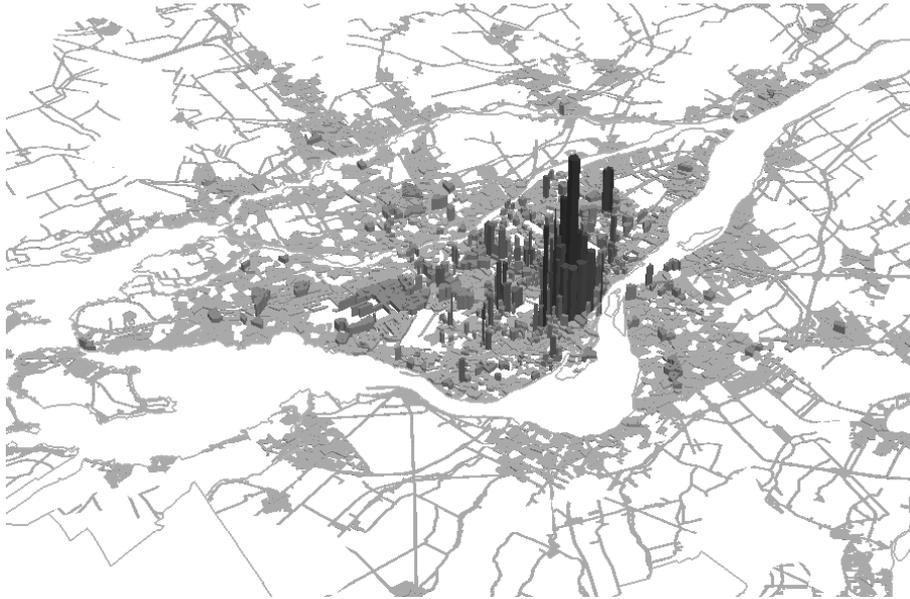
4.6. DYNAMIQUES DE LOCALISATION DES LIEUX D'ACTIVITÉS (E)

Le concept d'étalement urbain s'applique aussi à l'évolution des lieux d'activités. La mesure de l'utilisation de l'espace à des fins de travail ou d'étude s'appuie sur les déplacements observés lors des enquêtes Origine-Destination, particulièrement les destinations-motifs de ces déplacements. L'estimation de densités réticulaires d'extrémités-motifs permet d'identifier les pôles privilégiés d'emplois et d'étude sur le territoire en plus de délimiter nettement le sous-ensemble territorial compétent pour soutenir ce type d'activités. La Figure 14 présente les densités d'extrémités de déplacements des activités dites contraintes, respectivement le travail et les études. Ces représentations tridimensionnelles révèlent une forte concentration d'emplois dans le quartier central, aux abords du métro, et permettent d'identifier clairement les grandes universités et institutions scolaires de la région.

Lorsque amplifiée d'une composante temporelle, l'étude des lieux d'activités révèle différentes tendances (cette étude est documentée par la Figure 15 qui illustre la répartition des destinations-motifs depuis une accessibilité réseau au centre-ville, telle que mesurée depuis les enquêtes Origine-Destination de 1987 et 1998) :

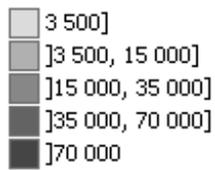
- . une grande stabilité des lieux de destinations pour motif études ;

Figure 14 : Densités réticulaires de destinations travail et de destinations étude dérivées des données d'enquête Origine-Destination de 1998

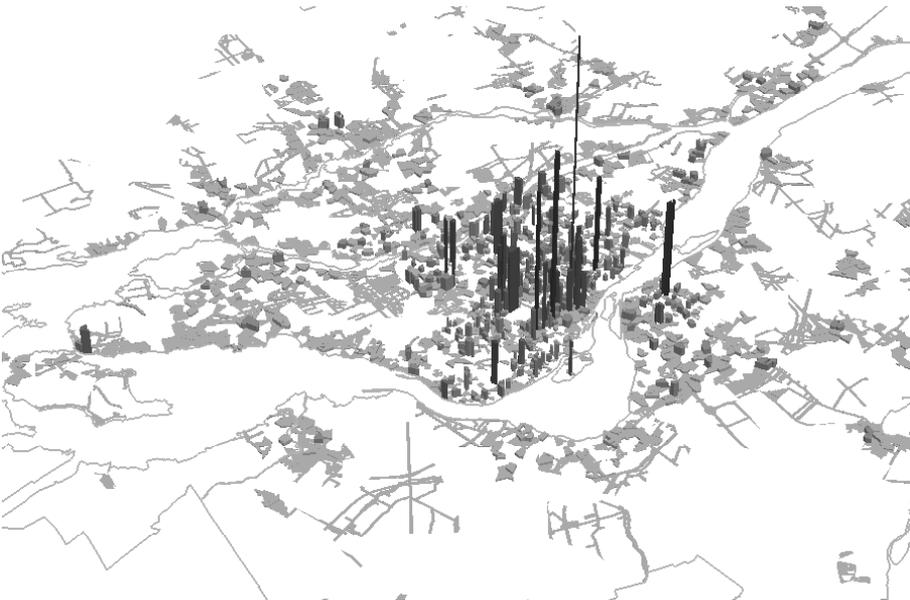


↑ Ci-dessus : Densités (réseau) de destinations **TRAVAIL**

Destinations / km²-réseau :

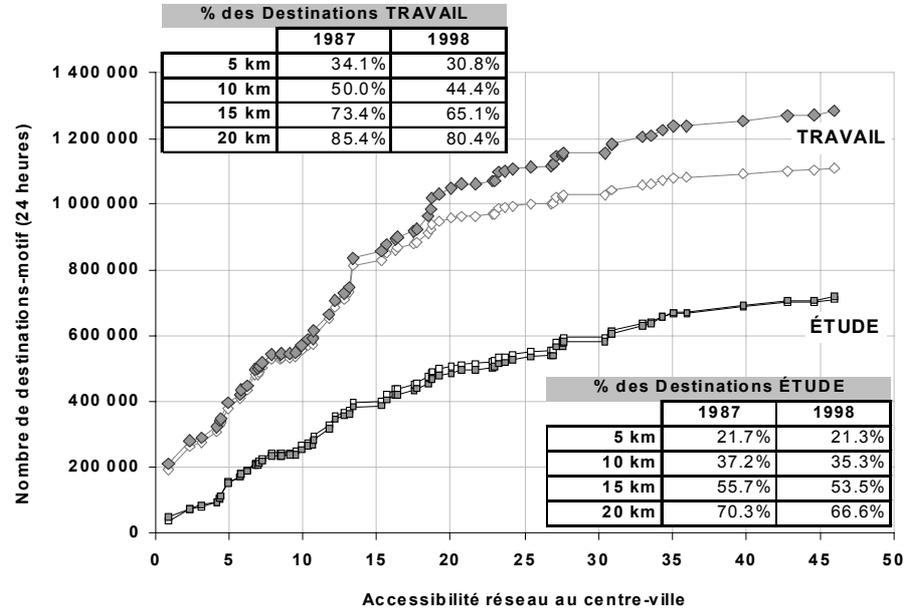


↓ Ci-dessous : Densités (réseau) de destinations **ÉTUDES**



- . une progression du nombre de destinations travail au-delà de 15 kilomètres du centre-ville, confirmant l'émergence de pôles d'emplois à l'extérieur de l'hypercentre ;
- . une diminution du poids relatif des destinations travail (et dans une moindre mesure études) dans les territoires d'accès privilégié au centre-ville confirmant l'étalement de ces fonctions urbaines.

Figure 15 : Répartition des destinations travail et études selon l'accessibilité réseau au centre-ville (Enquêtes Origine-Destination de 1987 et 1998)

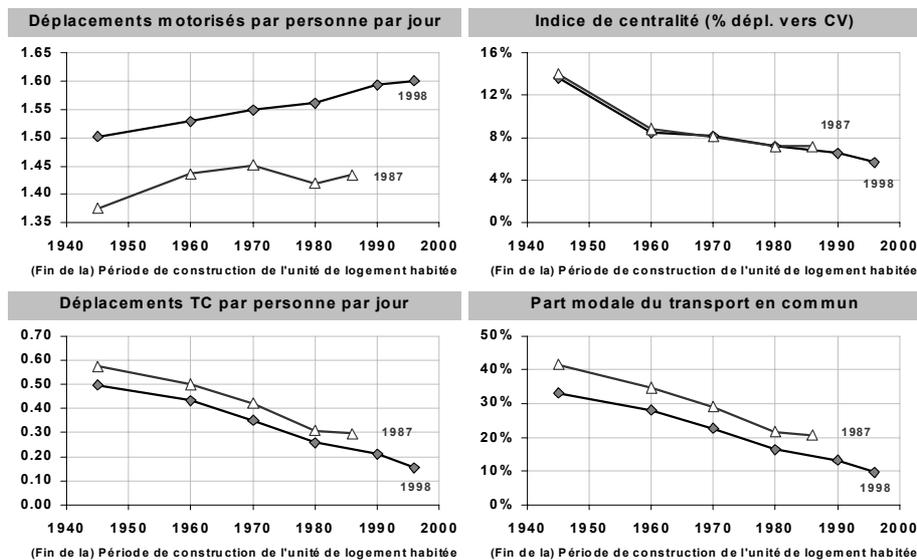


4.7. QUELQUES INCIDENCES (H)

Ces quelques perspectives témoignent de l'existence d'un étalement des différentes fonctions urbaines sur le territoire montréalais. S'appuyant sur l'hypothèse que la localisation résidentielle des ménages influe sur les comportements de mobilité adoptés et que cette localisation résidentielle se manifeste par vagues successives de construction dans l'espace, nous avons cherché à mesurer les conséquences, sur la mobilité actuelle, des différentes vagues de construction résidentielles observables par le biais des recensements canadiens. Ainsi, à partir des ensembles fusionnés de données, dans leur état totalement désagrégé, nous avons examiné la relation entre quelques indicateurs de mobilité individuelle et la période de construction de l'unité de logement habité. Des tendances nettes se sont alors dessinées, tendances exprimant l'effet des différentes vagues de construction résidentielle sur l'adoption des comportements actuels de mobilité :

- . Augmentation générale de la mobilité motorisée sur une période de 10 ans (augmentation du nombre de déplacements motorisés par personne nonobstant la période de construction de l'unité habitée) et croissance de cette même mobilité avec la nouveauté de l'unité de logement habitée, les individus résidant dans les unités nouvelles construites effectuant environ 30 déplacements motorisés de plus par année que ceux résidant dans les habitations les plus anciennes.
- . Stabilité de la dépendance envers le centre-ville sur une période de 10 ans mais diminution de cette dépendance proportionnellement à la nouveauté de l'unité de logement habitée. Cette dépendance s'exprime par un indice de centralité défini par RAUX (1993) comme étant « la part des déplacements réalisés par les habitants d'une zone à destination de la ville-centre de l'agglomération ».
- . Diminution générale du nombre quotidien de déplacements faits en transport en commun sur 10 ans ainsi que diminution de ce taux avec la nouveauté de l'unité de logement habitée; les individus résidant dans les unités nouvellement construites font à peine plus de 45 déplacements transport en commun par année comparativement à près de 150 pour les résidents des unités les plus anciennes.
- . Finalement, la part modale du transport en commun, en décroissance de 1987 à 1998, suit une pente descendante lorsque examinée par rapport à la période de construction (Figure 16); le transport en commun est impliqué dans à peine 10 % des déplacements faits par les résidents des nouvelles unités de logement.

Figure 16 : Relation entre la période de construction de l'unité de logement et différents indicateurs de mobilité individuelle



Dans l'état actuel, ces relations, simplistes, apparaissent peu pertinentes pour fins de modélisation. Cependant, les fonctionnalités analytiques des ensembles de données fusionnés, couplés à des instruments de représentation totalement désagrégés, devraient permettre d'introduire les raffinements, notamment de nature spatiale, requis pour les rendre applicables.

5. CONCLUSION

Cet article a fait état de certaines analyses et mesures conduites dans le cadre d'une démarche de recherche de longue portée sur la modélisation totalement désagrégée des interactions entre mobilité urbaine et dynamiques spatiales. La formalisation du système d'interactions urbaines, identifiant dix problématiques interdépendantes, agit comme fil conducteur de cette recherche qui s'expose, à ce jour, par étapes. Notre stratégie s'articule autour d'un approfondissement, par mesures multi-perspectives, de chacune des interactions identifiées, stratégie qui devrait mener à la modélisation totalement désagrégée du système mobilité-urbanisme. Plusieurs fonctionnalités totalement désagrégées instrumentent depuis plus de vingt ans les exercices stratégiques de planification et modélisation des transports notamment dans la Grande Région de Montréal. Leur état parfois fragmentaire pourra bénéficier d'une intégration telle que celle proposée.

D'un point de vue méthodologique, cette étude s'est appuyée d'abord sur les enquêtes ménages transport de haute définition, couplées, de manière désagrégée, à des données de recensement documentant les univers des ménages, des personnes et des unités de logement. La dynamique historique de la spatialisation des unités résidentielles exprimée par les périodes de construction apparaît particulièrement intéressante pour mieux comprendre les liens d'activités (lieu de résidence - lieu d'activités) desquels découle la consommation des ressources de transport. La définition d'indices de caractérisation du territoire et du réseau, l'adoption d'une logique d'accessibilité réticulaire ainsi que la segmentation spatiale en quadrants contribue en outre au raffinement de la caractérisation spatiale des phénomènes liés à la mobilité urbaine.

Des réflexions et expérimentations se poursuivent autour de la formalisation du système urbain, notamment la construction de mesures permettant de mieux comprendre, une à une puis en interdépendance, les dix interactions identifiées. Plus spécifiquement, notre attention porte actuellement sur le raffinement de la méthodologie de découpage spatial du territoire en zones d'influence exclusives à chaque secteur de dénombrement, raffinement qui vise à conformer ce découpage aux contraintes spatiales que représentent les barrières physiques, les limites municipales et les infrastructures routières. La méthodologie de pondération des ménages échantillonnés et de transmission des différents attributs socio-démographiques, au niveau détaillé des secteurs de dénombrement, est aussi soumise à une réflexion particulière.

Les questionnements sur la nature de l'évolution des phénomènes urbains dans le temps et l'espace, la quête d'une meilleure compréhension des mécanismes desquels ils procèdent de même que l'articulation d'outils et métriques contribuant à mesurer, comparer, décrire et expliquer les multiples objets témoignant de la réalité urbaine évolutive devrait contribuer à rendre plus juste, voire moins impressionniste, notre positionnement technique sur les évolutions passées et plausibles pour l'avenir.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les institutions montréalaises responsables de la poursuite des exercices de collecte de données que sont les enquêtes Origine-Destination. Ces exercices de grande envergure permettent d'entretenir, dans la grande région de Montréal, une culture d'analyse et d'observation de la mobilité réelle : STM, RTL, STL, AMT et MTQ.

Les auteurs soulignent finalement la contribution des organismes subventionnaires FCAR (Fonds pour les Chercheurs et l'Aide à la recherche) et CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada).

BIBLIOGRAPHIE

BONNEL P., LE NIR M., NICOLAS J. P. (1994) **Les enquêtes déplacements urbains ; réflexions méthodologiques sur les enquêtes ménages et les enquêtes régionales origine destination canadiennes**. Lyon, Laboratoire d'Économie des Transports.

CHAPLEAU R. (1992) La modélisation de la demande de transport urbain avec une approche totalement désagrégée. **Selected Proceedings of the Sixth World Conference on Transport Research**, volume II, Lyon, pp. 937-948.

CHAPLEAU R. (1995) **Symphonie d'usages des grandes enquêtes Origine-Destination, en totalement désagrégé majeur, opus Montréal 87 et 93**. 8ème Entretiens du Centre Jacques Cartier, Lyon.

CHAPLEAU R., ALLARD B., TRÉPANIÉ M., MORENCY C. (2001) Les logiciels d'enquête transport comme instruments incontournables de planification analytique. **Recherche Transport Sécurité**, n° 70, pp. 1-19.

FRANKHAUSER P., GENRE-GRANDPIERRE C. (1998) La géométrie fractale – un nouvel outil pour évaluer le rôle de la morphologie des réseaux de transport public dans l'organisation spatiale des organisations. **les Cahiers Scientifiques du Transport**, n° 33, pp. 41-78.

MILLER E.J., KRIGER D.S., DOUGLAS HUNT J. (1998) **Integrated Urban Models for Simulation of Transit and Land-Use Policies**. TCRP Project H-12, Final Report, 250 p.

MORENCY C., CHAPLEAU R. (2002) Implications of Settlement Patterns on Travel Behaviours: A Totally Disaggregate Empirical Study in the Greater Montreal Area. **Comptes-rendus de la 30ème conférence annuelle de la Société canadienne de génie civil**, Montréal, pp. 263-272.

PÉGUY P.-Y. (2000) **Analyse économique des configurations urbaines et de leur étalement**. Lyon, Thèse pour le Doctorat en Sciences Économiques, mention Économie des Transports, Université Lumière Lyon 2, 490 p.

RAUX Ch. (1993) Centralité, polynucléarité et étalement urbain : application au cas de l'agglomération lyonnaise, *Transport et étalement urbain : les enjeux. Les chemins de la recherche*, pp. 75-98.

SCHÉOU B. (1998) **L'estimation de la population totale à un niveau communal : utilisation du modèle de René Bussière**. Lyon, Laboratoire d'Économie des Transports, <http://web.mrash.fr/let/francais/indexpub.htm> (Document de travail n° 98/01).

STATISTIQUES CANADA (1999) **Dictionnaire du recensement de 1996, Édition définitive**. Référence, N° 92-351-UIF au catalogue, 505 p.

WEGENER M., FÜRST F. (1999) **Land-Use Transport Interaction: State of the Art. Report to the European Commission**. Dortmund: Institut für Raumplanung (Berichte aus dem Institut für Raumplanung 46, <http://www.inro.tno/transland/Deliverable%202a.pdf>).

WIEL M. (1998) Comment gérer la transition urbaine. **Recherche Transport Sécurité**, n° 58, pp. 3-20.