

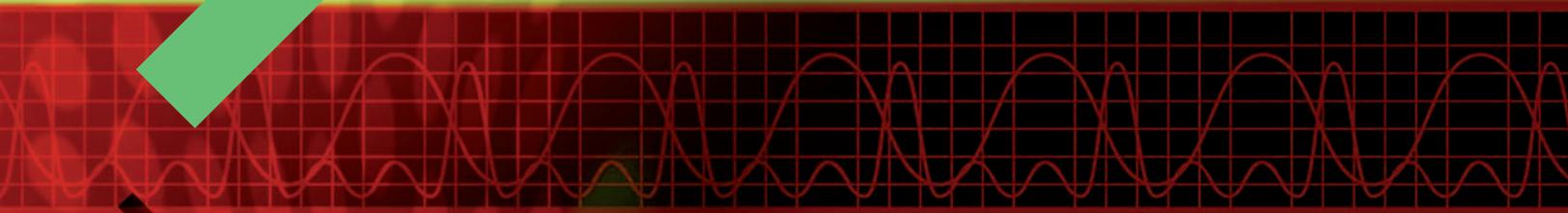
Mobilité et changements climatiques

VOLUME 1

Formes urbaines et mobilité : que dit la recherche?



ENVIRONNEMENT



**ÉTUDES ET RECHERCHES
EN TRANSPORT**

MOBILITÉ ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES VOLUME 1 : FORMES URBAINES ET MOBILITÉ QUE DIT LA RECHERCHE?

Philippe Barla
Centre de données et d'analyse sur les transports et
Institut Environnement, Développement et Société
Département d'économique
Université Laval
Tél. : 418 656-7707
Courriel : philippe.barla@ecn.ulaval.ca

Luis F. Miranda-Moreno
Département de génie civil et de mécanique appliquée
Université McGill
Tél. : 514 398-6589
Courriel : luis.miranda-moreno@mcgill.ca

Nikolas Savard-Duquet
Centre de données et d'analyse sur les transports et
Institut Environnement, Développement et Société
Département d'économique
Université Laval
Tél. : 418 656-5122
Courriel : nikolas.savard-duquet.1@ulaval.ca

Réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec et de l'Institut
en environnement, développement et société

Avril 2010

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports du Québec et a été financée par la Direction de l'environnement et de la recherche du Ministère et par l'Institut Environnement, Développement et Société de l'Université Laval.

Les opinions exprimées dans le présent rapport reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent aucunement le ministère des Transports du Québec ou l'Institut Environnement, Développement et Société.

Toute référence à une loi ou à un règlement n'est présentée qu'à titre indicatif et ne doit en aucun cas être invoquée pour justifier des actions ou des décisions. Le lecteur est invité à se référer à la version officielle des textes légaux ou réglementaires en vigueur.

Soucieux de protéger l'environnement, le ministère des Transports du Québec favorise l'utilisation de papier fabriqué à partir de fibres recyclées pour la production de ses imprimés et encourage le téléchargement de cette publication.

Imprimé sur du papier Rolland Enviro100 contenant 100 % de fibres recyclées postconsommation, certifié Éco-Logo, procédé sans chlore, FSC recyclé et fabriqué à partir d'énergie biogaz.



100 %



© Université Laval, 2010

ISBN 978-2-550-60358-0 (imprimé)

ISBN 978-2-550-60359-7 (PDF)

Dépôt légal – 2011

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Tous droits réservés. La reproduction de ce document par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction, et sa traduction, même partielles sont interdites sans l'autorisation écrite des Publications du Québec.



Titre et sous-titre du rapport MOBILITÉ ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES VOLUME 1 : FORMES URBAINES ET MOBILITÉ : QUE DIT LA RECHERCHE?		N° du rapport Transports Québec RTQ-10-02	
		Date de publication du rapport (Année-Mois) 2010-11	
Titre du projet de recherche MOBILITÉ ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES		N° du contrat (RRDD-AA-CCXX) 4502-08-RB01	N° de projet ou dossier R637.1
Responsable de recherche P^r Philippe Barla, Université Laval		Date du début de la recherche Juin 2008	Date de fin de la recherche Avril 2010
Auteur(s) du rapport Barla, Philippe, Luis F. Miranda-Moreno et coll.			
Chargé de projet, direction André Babin, Direction de la planification et coordination des ressources (DGMO)		Coût total de l'étude 30 000 \$	
Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) Centre de données et d'analyse sur les transports (CDAT) Université Laval, Département d'économique 1025, av. des Sciences-humaines Québec (Québec) G1V 0A6		Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) Direction de l'environnement et de la recherche Ministère des Transports 930, chemin Ste-Foy, 6e étage Québec (Québec) G1S 4X9	
Problématique La mobilité des personnes et des marchandises constitue une source importante et croissante d'émissions de gaz à effet de serre (GES). La réduction de celles-ci est un objectif difficile à atteindre puisque les activités de transport constituent aussi un élément essentiel à la prospérité économique et aux liens sociaux. Afin d'élaborer des politiques de transport durable, il est essentiel de bien comprendre les déterminants de la mobilité et leurs répercussions différenciées sur les émissions de GES. Ce projet de recherche s'inscrit dans cette perspective et s'intéresse plus particulièrement à la mobilité des personnes qui représente plus de 53 % des émissions émanant des transports. Il vise à mieux comprendre les déterminants des émissions de GES produites par les ménages dans leurs activités de déplacements courantes. Cela devrait donc à terme permettre de concentrer les efforts des politiques publiques sur les facteurs les plus importants.			
Objectifs Une enquête de type « panel » sur les activités et les déplacements des ménages, menée de 2002 à 2006 auprès d'un échantillon d'environ 250 ménages résidant dans la région de Québec, visait à : 1) Établir à un niveau désagrégé un bilan des émissions de gaz à effet de serre produites par la mobilité des ménages en incluant tous les modes de transport; 2) Estimer un modèle statistique afin de mesurer les effets de facteurs susceptibles d'expliquer des différences dans le taux d'émissions des répondants. On teste en particulier l'effet des caractéristiques socioéconomiques et des indicateurs de la forme urbaine ainsi que de l'offre de transport en commun.			
Méthodologie Cette recherche analyse directement l'influence des facteurs explicatifs sur le taux des émissions. On estime un modèle de type « forme réduite » où le taux des émissions d'un individu est expliqué en fonction des différents facteurs explicatifs des choix de mobilité. Parmi ceux-ci, on inclut des indicateurs qui caractérisent la forme urbaine et l'offre de transport en commun vers le lieu de résidence et d'emploi. Cela implique que l'on considère que les choix de localisation de l'individu peuvent être vus comme prédéterminés. Cette hypothèse peut être associée au problème bien documenté dans la littérature sous le terme de « biais d'autosélection ». En fait, les décisions de localisation dépendent fort probablement des mêmes déterminants que les choix de mobilité. Il est bien établi qu'une analyse rigoureuse exige une analyse statistique multivariée où la mobilité est expliquée non seulement en fonction de la forme urbaine, mais aussi des caractéristiques socioéconomiques du ménage.			

Résultats et recommandations

Cette étude se divise en deux parties et est donc publiée en deux volumes.

Le volume 1, qui fait l'objet du présent document, examine les évidences empiriques des impacts de la forme urbaine et de l'offre de transport en commun sur le rôle de l'automobile dans la mobilité des ménages. Cet éclairage met en évidence la complexité des liens à mesurer et les dangers de conclure à partir d'analyses de corrélations partielles.

Le volume 2, qui fait l'objet d'une publication distincte sous le titre Bilan et analyse des déterminants des émissions de gaz à effet de serre associées aux déplacements des ménages, porte sur l'analyse quantitative en tant que telle. Les résultats montrent que les niveaux d'émissions varient considérablement entre les individus (permis de conduire, âge, composition du ménage et revenu). L'impact de la forme urbaine et de l'offre de transport en commun sur le niveau des émissions se révèle assez limité. L'étude montre le rôle déterminant de la structure sociodémographique dans l'évolution future des émissions et les changements majeurs qui seraient requis dans le tissu urbain pour réduire de façon marquée la production d'émissions de GES.

Mots clés d'	Nombre de pages	Nombre de références bibliographiques	Langue du document
Mobilité, forme urbaine, transport	26	22	<input checked="" type="checkbox"/> Français <input type="checkbox"/> Anglais Autre (spécifier) :

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier messieurs **André Babin**, **Alain Bolduc** et **Pierre Tremblay** du ministère des Transports pour leur soutien technique et leurs commentaires dans le cadre de cette étude.

Ils tiennent également à remercier messieurs **Pierre Rondier**, **Louis Alexandre**, **Hugo Leblanc** et **Kevin Manaugh** ainsi que madame **Nathalie Boucher** pour leur aide.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. FORME URBAINE ET MOBILITÉ : DES LIENS COMPLEXES	3
2. RÉSULTATS D'ÉTUDES EMPIRIQUES RÉCENTES	7
2.1 Nombre de véhicules des ménages	7
2.2 Type de véhicules détenus	8
2.3 Usage des véhicules privés	9
2.4 Choix de modes de transport	10
2.5 Choix de localisation de la résidence	11
3. LIMITES DES ÉTUDES REVUES	13
4. CONCLUSIONS ET RÉPERCUSSIONS SUR LES POLITIQUES PUBLIQUES.....	15
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	25
TABLEAU 1 CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES REVUES.....	17

INTRODUCTION

Depuis le milieu des années 50, les villes nord-américaines se sont développées suivant un processus d'étalement urbain caractérisé par l'apparition de quartiers de faible densité, présentant peu de diversité des usages et dépendant fortement de l'automobile. Cette forme de développement a engendré plusieurs inconvénients, notamment :

- une pression sur le milieu rural et les écosystèmes avoisinants;
- un accroissement du coût par habitant des infrastructures municipales;
- une aggravation des nuisances causées par l'automobile (congestion, pollution de l'air, bruit, émissions de GES).

Le mouvement du nouvel urbanisme ou de la croissance intelligente (*smart growth*) milite depuis les années 70 pour un retour vers des quartiers plus denses combinant résidences, commerces, emplois et espaces verts. Il recommande également la mise en place de systèmes de transport en commun efficaces et d'agencements urbains favorisant le transport actif. Cette approche peut se résumer par la formule des « 3D » pour Densité, Diversité et Design. Selon ses partisans, en modifiant la forme urbaine (FU) et l'offre de transport en commun (TC), il serait possible de réduire considérablement le rôle de l'automobile tout en améliorant la qualité de vie des citoyens. Dans cet article, nous examinons les évidences empiriques récentes concernant les impacts de ces facteurs sur la mobilité des ménages. Est-il effectivement possible de réduire la dépendance automobile en maîtrisant l'étalement urbain? Si oui, l'ampleur des effets justifie-t-elle des politiques de densification?

Ces questions suscitent beaucoup de controverse dans les débats publics. Le but de cet article n'est pas de prendre position, mais plutôt d'essayer d'éclairer le débat à partir des connaissances acquises par les recherches récentes. Il s'agit également de mettre en évidence la complexité des liens à mesurer et les dangers de conclure à partir d'analyses de corrélations partielles. En effet, des recherches qui ont eu une influence certaine, comme celles de Newman et Kenworthy, 1989, et de Kenworthy et Laube, 1999, recommandaient des politiques de densification sur base d'analyse de corrélation simple entre la densité urbaine et la dépendance à l'automobile. Comme nous allons le voir, les liens à évaluer sont nettement plus complexes et exigent de tenir compte de nombreux facteurs, ce qui commande d'utiliser des techniques statistiques plus raffinées. Vu l'abondance des recherches menées dans plusieurs disciplines sur les liens entre FU et mobilité, cette revue se concentre sur des recherches récentes publiées dans des revues avec évaluation par les pairs et qui utilisent une approche statistique multivariée (c.-à-d. des techniques qui permettent de tenir compte simultanément de nombreux facteurs explicatifs)¹. Ce tour d'horizon ne vise pas à être exhaustif, mais plutôt à fournir une idée générale des connaissances et de leurs limites dans ce domaine.

Comme c'est souvent le cas, la recherche ne peut fournir de réponses bien arrêtées. Par contre, il se dessine tout de même certaines pistes qui devraient être utiles pour guider les décideurs publics. La suite de cet article se compose de trois sections. Dans la section 2, nous discutons de la nature des liens entre FU et mobilité, et des défis méthodologiques pour les mesurer. La section 3 présente les résultats d'études empiriques récentes. La section 4 comprend la conclusion, où nous soulignons les répercussions sur les politiques publiques.

1. FORME URBAINE ET MOBILITÉ : DES LIENS COMPLEXES

Avant de décrire les difficultés méthodologiques et conceptuelles de mesurer l'impact de la FU sur la mobilité, il est bon de se questionner sur ce qui peut justifier l'intervention des pouvoirs publics dans ce domaine. Historiquement, l'augmentation des revenus disponibles et la réduction des coûts de transport ont permis aux ménages d'accroître leur demande d'espace de vie. Combiné à la croissance du nombre de ménages, cela expliquerait en grande partie le phénomène de l'étalement urbain (Brueckner, 2001). L'étalement urbain résulte donc, du moins en partie, de la satisfaction d'une demande exprimée par les ménages. Par contre, des interventions visant à maîtriser l'étalement urbain peuvent se justifier si celui-ci devient excessif du point de vue social. En fait, si les ménages ou les promoteurs immobiliers ne supportent pas tous les coûts de leurs décisions, le développement urbain entraîne ce que les économistes appellent des « externalités négatives », qui provoquent une défaillance du marché. Brueckner (2001) met en évidence l'absence ou la sous-tarification de trois types de coûts liés à l'étalement urbain :

- 1- Le prix des terres à la périphérie des villes ne reflète pas tous les bénéfices auxquels la société doit renoncer lorsqu'elles sont développées. En effet, ces espaces peuvent avoir une valeur du point de vue de la protection de la biodiversité ou de la beauté du paysage, ou servir à des activités de plein air. Comme il s'agit d'usages de type « biens publics », le marché est souvent incapable de les valoriser.
- 2- La tarification des infrastructures et de l'entretien des nouveaux développements (égouts, routes, déneigement) se fait généralement sur la base du coût moyen plutôt qu'en fonction du coût marginal qu'ils engendrent. Si les promoteurs ou les ménages paient moins que le véritable coût, ils n'ont pas le bon signal de prix pour utiliser l'espace de manière optimale.
- 3- Les déplacements automobiles sont une source de coûts externes importants. On n'a qu'à penser à la congestion ou à la pollution de l'air. Dans la mesure où ces coûts ne sont pas adéquatement tarifiés, il en résulte un étalement urbain excessif qu'il convient de maîtriser².

Si ces externalités justifient des interventions publiques, il est important de privilégier des instruments de politique qui s'attaquent directement à l'origine du problème, soit l'absence ou la tarification inadéquate de certains services. On peut penser, par exemple, à ajuster les taxes sur l'essence pour internaliser les dommages environnementaux de l'automobile ou un système de péage urbain pour réduire la congestion. Des interventions moins directes, comme une réglementation pour accroître la densité urbaine ou des subventions pour réduire le prix des transports en commun, pourraient se révéler plus coûteuses et moins efficaces.

Comme le souligne Bhat *et al.* (2007), l'analyse empirique des liens entre FU et mobilité est rendue complexe pour les trois raisons suivantes :

1. ***FU et mobilité, des concepts difficiles à cerner*** : la FU et la mobilité sont des notions multidimensionnelles qui sont difficiles à cerner à partir de quelques indicateurs synthétiques. La FU, ce n'est pas uniquement la densité résidentielle ou commerciale, mais c'est aussi la mixité sociale ou celle des usages, l'adéquation dans un quartier entre les emplois disponibles et les résidents, la densité du système routier, l'accessibilité aux commerces, aux services et aux transports en commun, ou la répartition de la population par rapport au centre-ville. Shay et Khattak (2007) mesurent pas moins de 34 indicateurs pour caractériser la forme urbaine. Le plus souvent, ces mesures sont fortement corrélées, ce qui empêche les chercheurs d'isoler l'effet spécifique de chacune. Pour faire face à cette difficulté, certaines recherches utilisent l'information contenue dans plusieurs mesures pour établir une typologie de la FU (Dielman *et al.*, 2002, Shay et Khattak, 2007). Par exemple, les quartiers d'une ville sont classés comme centre-ville, urbain, suburbain ou rural. Mais la plupart des études se limitent plutôt à évaluer l'impact d'un nombre limité d'indicateurs clés, comme la densité de population. La mobilité est également un concept multiforme qui ne peut s'appréhender de manière simple. Le nombre et le type de véhicules possédés, la consommation de carburant, la fréquence des déplacements, la distance totale parcourue, les modes de transport utilisés, les motifs des déplacements sont les indicateurs les plus souvent utilisés pour caractériser la mobilité des ménages. En définitive, les choix des chercheurs sont souvent dictés par la disponibilité des données, qui est par ailleurs souvent déficiente³. La diversité des indicateurs utilisés peut rendre plus confus les résultats de la recherche. Ainsi, certaines études montrent que la densité résidentielle accroît la fréquence des déplacements, mais que ceux-ci sont en général plus courts et s'effectuent moins souvent en automobile. L'impact net de la densité va donc dépendre de l'importance relative de ces différents effets.
2. ***Dimension spatiale de l'analyse*** : la dimension spatiale utilisée pour établir des liens entre FU et mobilité peut être très différente d'une étude à l'autre. Certaines études comparent la mobilité dans différentes villes (Dieleman *et al.* 2002, Bento *et al.*, 2005) alors que d'autres comparent les quartiers d'une même ville. Dans ce cas, l'environnement urbain peut être étudié au niveau du code postal (Van et Hedel, 2007), d'une unité géographique établie lors des recensements (Browstone et Golob, 2009, Fang, 2008, Shay et Khattak, 2007, Cheng *et al.*, 2008) ou d'analyses du trafic (Bhat et Guo, 2007, Potoglou et Kanaroglou, 2008, Pinjari *et al.*, 2007). Les progrès récents des systèmes d'informations géographiques permettent maintenant des analyses plus fines où la FU est caractérisée dans une

zone restreinte autour du domicile du ménage étudié (Bhat *et al.*, 2009, Potoglou, 2008, Cervero et Duncan, 2006). Par exemple, il est possible de déterminer la densité résidentielle ou commerciale dans un rayon de 500 mètres du domicile. Dans les faits, il est fort probable que la mobilité d'un ménage soit déterminée à la fois par les caractéristiques du quartier proche du domicile et par les conditions environnant les lieux d'activités, ce qui rend l'analyse encore plus complexe.

3. **Corrélation associative ou causalité** : un défi de taille pour la recherche consiste à distinguer la corrélation associative de la causalité. Ce problème parfois appelé « biais d'autosélection » est lié au fait que le lieu de résidence d'un ménage est le résultat d'un choix qui dépend des mêmes déterminants que son profil de mobilité. Cela signifie, par exemple, que, même si on observe que les ménages qui habitent des quartiers denses utilisent moins l'automobile, on ne peut pas nécessairement en conclure que c'est effectivement la densité qui en est la cause. En effet, il est possible que les ménages qui n'aiment pas l'automobile choisissent de vivre dans des quartiers où ils peuvent s'en passer et que les ménages qui préfèrent les quartiers moins denses sont aussi ceux qui désirent l'indépendance que l'automobile procure. Dans ces exemples, la FU et la mobilité sont déterminées par des facteurs communs, ce qui génère une corrélation associative qui n'a rien cependant d'un lien de causalité. Dans ce contexte, une politique de densification modifierait la composition de la population du quartier plutôt que les comportements de mobilité de ses résidents. En d'autres termes, elle ne changerait pas les comportements mais les habitants. Une analyse simple de corrélation entre la FU et la mobilité risque donc de fournir une image biaisée qu'il serait dangereux d'utiliser pour déterminer des politiques publiques. Il est maintenant bien établi qu'une analyse rigoureuse exige une analyse statistique multi-variée où la mobilité est expliquée non seulement en fonction de la FU, mais aussi des caractéristiques socioéconomiques du ménage. Cette approche limite, mais n'élimine pas nécessairement, le risque de biais d'autosélection puisque certaines caractéristiques non observables peuvent encore générer de la corrélation associative. Dans l'exemple ci-dessus, il est probable que le degré d'aversion pour l'automobile ne soit qu'en partie capturé par les caractéristiques socioéconomiques du ménage comme l'âge, le niveau de scolarité, la taille et la composition du ménage. Certaines études récentes (Browstone et Golob, 2009, Bhat et Guo, 2007, Pinjari *et al.*, 2007) tentent de contrôler les problèmes d'autosélection en estimant des modèles qui expliquent conjointement le choix de localisation et la mobilité. Ces analyses montrent que l'inclusion des caractéristiques socioéconomiques du ménage contrôle en grande partie le problème d'autosélection⁴.

4. ***L'hétérogénéité des impacts sur la population*** : les liens entre FU et mobilité peuvent être très différents suivant le profil du ménage. L'offre de TC peut avoir très peu d'effet sur les ménages à revenu élevé, alors qu'elle peut avoir un rôle crucial dans la décision de posséder ou non un véhicule pour un ménage moins nanti. Si certaines études récentes essaient de prendre en compte l'hétérogénéité des impacts (Pinjari *et al.* 2007, Bhat *et al.* 2007), la plupart des études ne mesurent que des effets moyens.

2. RÉSULTATS D'ÉTUDES EMPIRIQUES RÉCENTES

Le tableau en annexe présente de manière synthétique les principales caractéristiques des études retenues dans cette revue. Nous examinons successivement les déterminants du nombre de véhicules des ménages, du type de véhicule choisi, de l'usage de l'automobile mesuré par la distance parcourue et des choix de mode de transport. Finalement, nous présentons brièvement les résultats d'études qui analysent conjointement le choix de mobilité et celui de localisation du domicile.

2.1 Nombre de véhicules des ménages

Le nombre de véhicules d'un ménage est l'un des indicateurs les plus étudiés probablement parce que cette variable est facile à collecter. De plus, il s'agit d'une décision importante qui détermine de manière significative les autres choix de mobilité du ménage, comme ses choix de mode de transport. Toutes les études revues concluent que le nombre de véhicules que possède un ménage dépend avant tout de ses caractéristiques socioéconomiques. La taille du ménage, le nombre de conducteurs et la présence d'enfants sont des facteurs qui systématiquement ont un effet positif sur le nombre de véhicules. Le niveau de revenu du ménage a également un effet positif mais assez faible. Selon les résultats de Bento *et al.* (2005), un accroissement de 10 % du revenu augmente de 2 % la probabilité de posséder deux véhicules et de 3 % celle d'en posséder trois. Le niveau d'éducation du ménage semble aussi favoriser quelque peu la possession d'automobiles.

Certains indicateurs de la FU et de l'offre de TC affectent le nombre de véhicules. Bento *et al.* (2005) montrent que les villes dont la population est davantage concentrée autour du centre-ville ont légèrement moins d'automobiles. L'effet est cependant assez faible puisqu'un accroissement de 10 % de la concentration de la population autour du centre-ville réduit de 1,5 % la probabilité de détenir deux véhicules et de 2,1 % celle d'en avoir plus de deux. De même, un accroissement de 10 % de la densité de lignes d'autobus diminue la probabilité de détenir deux automobiles d'environ 1 %. Shay et Khattak (2007) obtiennent une légère réduction de la probabilité de posséder une voiture dans des quartiers où les services (commerces, écoles, parcs) sont plus facilement accessibles. À l'échelle canadienne, Potoglou et Kanaroglou (2008) étudient les déterminants du nombre de véhicules des ménages dans la région de Hamilton, en Ontario. Leurs résultats confirment le rôle important des caractéristiques socioéconomiques du ménage. Certaines mesures de la FU ont aussi un impact relatif. Ainsi, les ménages qui habitent dans des zones où il y a un bon équilibre entre le résidentiel et l'emploi possèdent moins de véhicules. De même, la diversité des usages du sol dans un rayon de 500 mètres de la résidence réduit la probabilité d'avoir plus de deux véhicules. Par contre, le nombre d'arrêts d'autobus proches de la résidence n'a qu'un impact très marginal.

Ces effets moyens cachent peut-être des réponses très différentes en fonction des caractéristiques et des préférences des ménages. C'est du moins ce que suggèrent les résultats de Bhat et Guo (2007), selon lesquels la densité d'emploi autour de la résidence du ménage a un effet moyen négatif assez faible sur la probabilité de détenir une automobile, mais l'impact de cette variable sur les ménages à faible revenu semble nettement plus important. Il en va de même pour l'offre de TC qui a un effet plus marqué sur les ménages à faible revenu.

2.2 Type de véhicules détenus

Certaines études analysent les déterminants du type de véhicules détenus par les ménages. Fang (2008) estime un modèle qui explique conjointement le nombre et l'usage de voitures et de camions légers par des ménages californiens. Ses résultats indiquent que, plus la densité résidentielle est importante, plus la probabilité de détenir un camion léger diminue. L'effet est cependant minime puisqu'un accroissement de 50 % de la densité résidentielle réduit de 1,2 % la probabilité de détenir un camion léger de seulement. L'impact de la densité est encore plus faible sur la possession d'automobile. Pogoulou (2008) analyse le choix de la classe de véhicules des ménages de la région de Hamilton. La plupart des résultats confirment les attentes. Par exemple, le nombre d'enfants accroît la probabilité de détenir une fourgonnette. Le seul impact significatif de la FU est la réduction de probabilité de détenir un véhicule utilitaire sport (VUS) pour les ménages qui résident dans un quartier où la diversité des usages est plus grande. Bhat *et al.* (2009) estiment un modèle complexe qui vise à expliquer simultanément le choix de la classe, l'âge (neuf ou usagé), la marque et le modèle des véhicules du ménage. Les caractéristiques socioéconomiques du ménage ont généralement l'effet anticipé sur ses choix. Mentionnons, par exemple, qu'un revenu élevé accroît la probabilité de détenir un VUS, que la taille du ménage favorise le choix de véhicules plus spacieux, que la présence d'enfants augmente le choix de mini fourgonnettes, alors que les personnes retraitées vont détenir davantage d'automobiles compactes ou de berlines intermédiaires. Pour la FU, les résultats de Bhat *et al.* suggèrent que la densité résidentielle ainsi que la densité du système routier autour du domicile favorisent le choix de véhicules de plus petite taille. Par exemple, un accroissement de 25 % de la densité de route autour du domicile accroît de 8,5 % la probabilité de détenir une voiture compacte. Les ménages domiciliés en banlieue ont tendance à posséder des véhicules plus récents et ont une probabilité plus importante de posséder des camions, tout comme les résidents de milieux ruraux. Par contre, Spissu *et al.* (2009) ne trouvent aucun impact de la densité de population autour du domicile sur le choix de classe de véhicules pour les résidents de la région de San Francisco. L'accès au TC favoriserait cependant le choix de véhicules plus petits. Il semble donc que la FU a un certain impact sur les choix de véhicules. Ces effets ne semblent cependant pas majeurs et vont parfois dans

des directions opposées du point de vue environnemental. En effet, si les ménages des banlieues ont tendance à privilégier des véhicules plus gros (comme des camionnettes), ils semblent aussi posséder des véhicules plus récents qui sont moins polluants. À ce propos, Browstone et Golob (2009) estiment un modèle qui explique à la fois la densité résidentielle du quartier de résidence, la distance totale parcourue par les véhicules et la consommation annuelle de carburant de ménages californiens. Les résultats de cette étude fournissent indirectement une idée de l'impact de la FU sur l'efficacité énergétique des véhicules du ménage. Ainsi, selon les résultats de leur modèle, Browstone et Golob (2009) estiment qu'un accroissement de 40 % de la densité résidentielle réduirait la consommation de carburant consommé de 1,7 % en favorisant le choix de véhicules plus efficaces⁵. Il s'agit donc d'un impact marginal.

Notons que certaines études incluent le prix du carburant comme une des variables explicatives. L'impact de cette variable sur le choix de véhicule est également assez limité. Par exemple, Bhat *et al.* (2009) montrent qu'un accroissement de 25 % du prix de l'essence réduirait de 5,7 % la probabilité de détenir une camionnette et de 2,6 %, une minifourgonnette. Spissu *et al.* (2009) rapportent des résultats encore plus faibles.

2.3 Usage des véhicules privés

Évidemment, la distance parcourue en automobile est avant tout déterminée par le nombre de véhicules du ménage (Dieleman *et al.*, 2002). En fait, ces deux variables sont souvent étudiées conjointement. La plupart des études montrent un impact significatif, mais assez faible, de la FU ou de l'offre de TC sur la distance parcourue en automobile (Bento *et al.*, 2005, Vance et Hedel, 2007, Bhat *et al.*, 2009, Fang, 2008, Spissu *et al.*, 2009). Bento *et al.* (2005) montrent que l'usage de l'automobile est plus important dans des villes qui offrent une densité de route importante. Ce résultat est conforme avec l'hypothèse du trafic induite selon laquelle un accroissement de l'offre d'infrastructure routière, en réduisant le coût de transport, stimule le trafic⁶. Par contre, la distance annuelle parcourue en automobile est plus faible dans des villes plus circulaires, celles où la mixité résidence-emploi est meilleure et celles qui offrent un système de TC sur rail. Les élasticités de la distance parcourue relativement à ces indicateurs sont cependant toutes inférieures à 0,1 en valeur absolue. Ainsi, un accroissement de 10 % de la mixité résidence-emploi ne réduirait la distance moyenne annuelle parcourue par ménage que de moins de 1 %. Selon Fang (2008), un accroissement de 50 % de la densité résidentielle autour du domicile réduirait le kilométrage annuel d'environ 900 km pour les camions légers et de moins de 200 km pour les automobiles. Notons que Cervero et Duncan (2006) obtiennent des effets plus importants de la FU. Selon cette étude, la distance parcourue en automobile pour se rendre au travail serait sensible à la disponibilité d'emplois près du domicile du

ménage. Ils rapportent une élasticité de -0,3. Finalement, notons que l'élasticité de l'usage par rapport au revenu est inférieure à 1.

En ce qui concerne le prix de l'essence, l'impact sur l'usage est aussi assez faible. Le doublement du prix de l'essence réduirait l'usage des VUS de 2,3 % et celui des voitures compactes de 0,9 %.

2.4 Choix de modes de transport

On ne s'étonnera pas du fait que le principal déterminant de la part modale de l'automobile est le nombre de véhicules du ménage (Dieleman *et al.* 2002, Pinjari *et al.* 2007). La taille du ménage, le revenu, le niveau d'éducation et l'âge sont également des facteurs qui favorisent la part de l'automobile. Le revenu affecte aussi les parts modales, mais les élasticités sont généralement inférieures à 1 en valeur absolue. Par exemple, Bento *et al.* (2005) rapportent une élasticité de la part de l'autobus relativement au revenu de -0,5. Chen *et al.* (2008) effectuent leur analyse du choix modal à partir d'un itinéraire complet (ou « tour ») plutôt que d'un déplacement en particulier. Le choix du mode de transport va en effet très souvent dépendre de l'ensemble des déplacements prévus dans un itinéraire. Par exemple, un individu va très probablement se rendre au travail en automobile s'il prévoit une sortie après le travail et donc un retour tard en soirée. Ainsi, Chen *et al.* (2008) montrent sans surprise que, plus l'itinéraire est complexe (le nombre d'arrêts est important), plus la part de l'automobile s'accroît.

La plupart des études rapportent un impact de la FU et de l'offre de TC sur les choix de modes de transport. Les modes autres que l'automobile sont favorisés par la densité et la mixité des usages, par l'offre de TC ou celle des infrastructures destinées aux transports actifs. La FU autour du lieu de travail semble également déterminante. Par exemple, selon Chen *et al.* (2008), la densité d'emploi dans le quartier du lieu de travail réduit la part modale de l'automobile. Les élasticités des parts des autres modes de transport sont parfois importantes. Par exemple, la part des modes non motorisés augmenterait de 17 % à 23 % avec un accroissement de la centralité de la population de 10 % (Bento *et al.* 2005). Toutefois, dans la mesure où la part des modes non motorisés est au départ très faible, un accroissement de 17 à 23 % se révèle avoir peu d'impact sur la part de l'automobile. Selon Frank *et al.* (2007), les élasticités de la FU et de l'offre de TC sur la part modale de l'automobile sont toutes inférieures à 0,1.

Selon Frank *et al.* (2007), la part de l'automobile est aussi peu sensible au coût du carburant ou du stationnement (élasticité de -0,07). La part du TC semble plus sensible à l'offre de service qu'au prix : l'élasticité vis-à-vis du temps de transport est de -0,39 alors que vis-à-vis du prix, elle n'est que de -0,11.

2.5 Choix de localisation de la résidence

Il est utile de revoir brièvement les résultats des études qui analysent les déterminants du choix de localisation du ménage conjointement avec ceux de la mobilité (Bhat et Guo 2007, Pinjari *et al.* 2007, Browstone et Golob 2009). Il ressort tout d'abord de ces études une tendance claire à la ségrégation des quartiers en raison de la race, de la taille du ménage et du niveau de revenu. Ensuite, il n'existe pas d'évidence claire que les ménages préféreraient des quartiers présentant une grande diversité des usages. Au contraire, les résultats de Pinjari *et al.* (2007) indiquent que les ménages préfèrent les quartiers relativement homogènes. Selon Bhat et Guo (2007), les ménages plus aisés choisissent davantage des quartiers où la densité d'emploi est faible, ce qui suggère également une préférence pour des quartiers homogènes. L'âge, le revenu, le nombre d'enfants sont des facteurs qui poussent les ménages à choisir des quartiers avec une densité résidentielle plus faible. Enfin, les ménages sont également sensibles au temps et aux coûts de déplacement vers leur lieu de travail lorsqu'ils choisissent le lieu de leur domicile. Toutefois, Pinjari *et al.* (2007), et Bhat et Guo (2009) notent une forte hétérogénéité dans l'attitude face au temps de déplacement.

3. LIMITES DES ÉTUDES REVUES

Il est important de rester prudents puisque les études que nous avons revues présentent plusieurs faiblesses. Soulignons particulièrement les critiques suivantes :

- Toutes ces recherches se basent sur des données en coupe transversale. Cela signifie que des villes ou des quartiers sont comparés à un moment précis dans le temps. Généralement, on espère que ces comparaisons permettent de mettre en évidence des relations de long terme entre les variables étudiées. Toutefois, les analyses en coupe transversale sont sujettes aux biais parce qu'il est très difficile de contrôler tous les facteurs qui différencient les villes ou les quartiers⁷. Précisons toutefois que, s'il existe de tels biais, ceux-ci peuvent aboutir à une surestimation ou une sous-estimation des effets de la FU.
- Comme on l'a mentionné précédemment, la mobilité des ménages dépend très certainement non seulement de la FU proche du domicile ou du travail, mais aussi de facteurs régionaux plus larges qui ne sont généralement pas pris en compte dans les recherches.
- Ces études ne permettent d'évaluer l'effet de changement dans la FU qu'à l'intérieur des paramètres existants. En d'autres termes, elles ne permettent pas de prévoir l'impact de nouvelles formes urbaines. Notons aussi que la plupart des études utilisent des données relativement anciennes (généralement datant du début des années 2000). Si les paramètres ne sont pas stables dans le temps (par exemple, si les préférences évoluent), l'impact de changements dans la forme urbaine pourrait être aujourd'hui différent.

4. CONCLUSIONS ET RÉPERCUSSIONS SUR LES POLITIQUES PUBLIQUES

Si les limites décrites dans la section précédente signifient qu'il est important de rester prudent, on peut cependant dégager les constatations suivantes :

- La FU et l'offre de TC ont un effet limité sur le nombre de véhicules détenus et l'impact semble se produire surtout sur la probabilité de détenir plus d'un véhicule. Toutefois, pour certaines catégories de ménages, particulièrement les ménages moins aisés, l'impact pourrait être nettement plus décisif.
- Les caractéristiques du quartier de résidence influent peu sur le choix du type de véhicule. De plus, les effets sur l'efficacité énergétique du véhicule sont parfois contradictoires.
- La part modale du TC est sans doute plus sensible à l'offre de services qu'au tarif. La part des modes non motorisés dépend de la FU et de l'offre d'infrastructures adaptées. Toutefois, la dominance de l'automobile est telle qu'il faudrait des changements majeurs pour avoir un effet significatif.
- À ce stade, il n'existe pas d'évidence que, de manière générale, les ménages préfèrent des quartiers plus compacts et moins homogènes.

Ces résultats semblent donc indiquer qu'il serait illusoire de réduire rapidement et de manière importante la dépendance à l'automobile à travers des politiques d'urbanisme visant la densification, la diversité des usages et un design adéquat. En effet, la plupart des indicateurs de la FU et de l'offre de TC ont des impacts plutôt limités sur les indicateurs de mobilité. Par exemple, Bento *et al.* (2005) obtiennent des élasticités inférieures à 0,1 en valeur absolue pour les huit indicateurs de la FU et du TC qu'ils utilisent⁸. Malgré tout, il semble que des changements importants dans la forme urbaine pourraient effectivement réduire la dépendance à l'automobile. Bento *et al.* (2005) estiment qu'il serait possible de réduire de 25 % l'utilisation de l'automobile en transformant la FU et l'offre de TC de la ville d'Atlanta (une ville dessinée pour l'automobile) pour la faire correspondre aux caractéristiques urbaines de la ville de Boston. Cela suppose cependant des transformations majeures puisque cela impliquerait notamment une augmentation de plus de 60 % de la densité de population. On comprend facilement qu'une telle métamorphose serait non seulement difficile à imposer, mais qu'elle serait longue ou extrêmement coûteuse.

Quelles sont les répercussions sur les politiques publiques?

- Des changements à la marge du tissu urbain ou de l'offre de TC risquent d'avoir des effets limités sur les comportements de mobilité des particuliers. Toutefois, des interventions bien ciblées auprès de certaines catégories de ménages pourraient être efficaces.
- Une réduction de la dépendance à l'automobile ne semble possible que moyennant des modifications majeures du tissu urbain et de l'offre de TC.

Tableau 1 Caractéristiques des études revues

Étude	Données/Approche/ Méthodologie/Variabiles de contrôle	Mesures de mobilité	Mesures de la FU et de l'offre de TC	Principaux résultats
Bento <i>et al.</i> (2005)	<ul style="list-style-type: none"> Enquête nationale sur le transport personnel (1990), plus de 20 000 ménages. Comparaison de 114 régions urbaines aux É.U. et de 26 villes avec TC sur rail. Taille et composition du ménage, revenu, race, âge, éducation, coûts des déplacements. 	<ul style="list-style-type: none"> Choix modal des déplacements-travail (modèle logit). Le nombre de véhicules par ménage (modèle logit multinomial). Distance parcourue par véhicule (modèle MCO avec correction pour la sélectivité). 	<ul style="list-style-type: none"> Indice de circularité de la ville ou de la région (ratio de l'axe majeur et mineur de l'ellipse). Densité des routes. Mesure de la centralité de la population par rapport au centre-ville. Superficie de la ville ou de la région. Mesure de mixité travail/résidentiel (courbe de Lorenz). Distance totale des trajets d'autobus et de train. Densité de la population. 	<ul style="list-style-type: none"> Impact négatif mais faible de la centralité, de la mixité travail/résidentiel et de l'offre de TC sur le mode automobile. Nombre de véhicules : rôle important de la taille et composition du ménage. Demande inélastique par rapport au revenu. La centralité de la population diminue très faiblement le nombre de voitures. Distance par véhicule : certains impacts de la taille et composition du ménage. Le revenu a un impact limité de même que la centralité de la population. Les élasticités de la mobilité par rapport à la FU et l'offre de TC sont faibles (<0,1). Des changements majeurs dans la FU et le TC pourraient avoir un impact important.
Bhat et Guo (2007)	<ul style="list-style-type: none"> Enquête sur les déplacements de la région de la baie de San Francisco (2000). Sous-échantillon des ménages dans le canton d'Alameda – 2954 ménages. Comparaison entre des zones d'une même région. Modèle joint multinomial logit mixte ordonné. Taille et composition du ménage, race, revenu, type d'habitation, statut de 	<ul style="list-style-type: none"> Modèle conjoint de choix de localisation du ménage et du nombre de véhicules. 	<ul style="list-style-type: none"> Unité géographique : 233 zones d'analyse du transport. Densité résidentielle et d'emploi. Fraction du résidentiel, commercial et autre dans la zone. Indicateur de mixité des usages. Mesures d'accessibilité (emplois, commerces, loisirs). Mesure du temps et du coût des déplacements travail par mode. Densité de pistes cyclables et 	<ul style="list-style-type: none"> Choix de localisation : préférence des personnes âgées pour une densité faible. Idem pour revenu moyen ou élevé. Pas d'influence directe de la mixité des usages sur le choix de localisation. Ménages à revenu moyen ou élevé préfèrent des zones avec accès aux loisirs. Le temps de déplacement en voiture au

	<p>propriété du logement.</p>	<p>taille moyenne des ménages et leur revenu dans la zone. Composition ethnique.</p>	<p>travail est important. Par contre, le temps en transport en commun ne semble pas jouer. Taille du ménage favorise des zones où la densité routière est moins importante. Préférence pour la disponibilité de pistes cyclables et l'accès au TC. Phénomène de ségrégation sur base du revenu, de la taille du ménage et de la race.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de véhicules : impact négatif de la densité résidentielle et d'emplois, la densité du réseau routier, la disponibilité et l'accessibilité au TC. Impact positif du revenu, du nombre de membres actifs ou des personnes âgées, du temps de déplacement au travail.
<p>Bhat <i>et al.</i> (2009)</p>	<p>Enquête sur les déplacements de la région de la baie de San Francisco (2000) – sous échantillon des ménages avec au moins un véhicule (8107 ménages).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparaison de quartiers d'une même région. Modèle discret-continu multiple de type valeur extrême. Modèle de choix discret-continu avec plusieurs nœuds. Nœud supérieur : choix du type-âge du véhicule et usage. Nœud inférieur: choix de la marque-modèle. caractéristiques socio-économiques du ménage (revenu, composition, nombre de travailleurs, 	<p>Densité de population, densité d'emploi et typologie du quartier (centre-ville, urbain, banlieue, rural), nombre de ménages dans des résidences multifamiliales. Variables calculées dans un rayon de 1,6 km de la résidence du ménage étudié.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densité des pistes cyclables à moins de 0,4 km. Densité du réseau routier à moins de 1,6 km de la résidence. 	<p>La densité résidentielle et commerciale favorise le choix de véhicules plus petits.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les ménages en milieu suburbain ont tendance à utiliser des véhicules plus récents que ceux en milieu urbain. • Les ménages à revenu moyen ou élevé favorisent le choix de VUS neufs. • Les ménages seraient moins sensibles au prix du carburant qu'au prix d'achat des véhicules.

Browstone et Golob (2009)	<p>race), attribut du véhicule, coût en carburant.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sous-échantillon californien de l'enquête nationale sur les déplacements des ménages (2001) – 2583 ménages. • Comparaison de quartiers d'un même État. Modèle conjoint du choix de densité de la résidence, de la distance parcourue et de la consommation de carburant. • Nombre de conducteurs et de travailleurs dans le ménage, taille et composition du ménage, revenu, éducation, race. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distance totale parcourue par les véhicules du ménage sur une base annuelle. • Consommation estimée de carburant sur la base de la distance et du type de véhicule. 	<ul style="list-style-type: none"> • Densité résidentielle (nombre d'unités résidentielles par kilomètre carré) au niveau du bloc de recensement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de biais d'autosélection lorsque les caractéristiques socioéconomiques du ménage sont contrôlées. • La densité résidentielle réduit l'usage et favorise l'efficacité énergétique des véhicules. L'impact est cependant assez faible. • Le nombre de travailleurs, le revenu, le nombre d'enfants accroissent l'usage et la consommation de carburant. • Les retraités ont des véhicules plus efficaces. • Les ménages comprenant plus de conducteurs ou d'enfants, moins de travailleurs, un revenu plus élevé, ou comprenant des retraités choisissent un quartier ayant une densité plus faible.
Chen, Gong et Paaswell (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête sur les déplacements des ménages dans la région de New York (1997-1998) – 11 264 ménages. 2089 déplacements analysés. • Comparaison de quartiers d'une même région. Modèle logit emboîté. • Taille du ménage, revenu, âge, nombre d'enfants de moins de 6 ans, nombre d'adultes, sexe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse conjointe de la possession d'une automobile et du choix modal pour effectuer un déplacement du domicile au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : secteur de recensement (<i>census tract</i>). • Densité de population, densité d'emploi, distance à l'arrêt de TC le plus proche relativement au domicile et au lieu de travail. Indicateurs d'accessibilité d'emploi par automobile et TC. 	<ul style="list-style-type: none"> • La probabilité de posséder une automobile s'accroît avec la taille du ménage, le revenu, l'âge, le nombre d'adultes. La densité de population au domicile et l'accessibilité au travail en TC réduisent cette probabilité. • Le choix du mode automobile s'accroît avec l'âge. • Les déplacements plus complexes (avec plusieurs arrêts) s'effectuent davantage en automobile. • La densité d'emploi au lieu de travail réduit la probabilité

				<ul style="list-style-type: none"> • d'utiliser l'automobile. • La distance aux arrêts de TC favorise le choix de l'automobile.
<p>Cervero et Duncan (2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête sur les déplacements de la région de la baie de San Francisco (2000). Plus de 16 000 ménages. • Comparaison de quartiers d'une même région. • Nombre de véhicules du ménage, permis de conduire de l'individu (oui ou non), deux classes de revenus, possibilité d'horaire flexible, âge, race, sexe, type d'emploi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distance totale parcourue et temps total de déplacement en véhicule pour des déplacements liés au travail par individu. • Analyse également effectuée pour les déplacements liés au magasinage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : zone de 6,4 km autour de la résidence. • Nombre d'emplois de même catégorie que celui de l'individu. • Nombre de commerces dans la zone. 	<ul style="list-style-type: none"> • Élasticité de la distance liée au travail relativement au niveau d'accessibilité d'emploi comparable dans la zone de résidence: -0,32. • Impact sur le temps de déplacement comparable. • Élasticité de la distance liée à l'accessibilité aux commerces : -0,168. Impact sur le temps de déplacement comparable.
<p>Dieleman <i>et al.</i> (2002)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête néerlandaise nationale sur les déplacements (1996) - 150 000 personnes. • Comparaison de différentes municipalités. • Taille et composition du ménage, revenu, niveau d'éducation, possession d'automobile. 	<ul style="list-style-type: none"> • Choix modal par motif de déplacement (modèle logit multinomial). • Distance totale parcourue par motifs de déplacement et par mode. 	<ul style="list-style-type: none"> • Classification des municipalités sur la base de la taille et du degré d'urbanisation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quel que soit le motif du déplacement, la part modale de l'automobile s'accroît fortement avec la possession d'une automobile et avec le nombre d'enfants. Faible impact du revenu. La part de l'automobile est plus importante dans les plus petites municipalités. • La distance parcourue par automobile dépend surtout de la possession d'une automobile et du revenu. Elle est aussi plus importante dans les petites municipalités moins urbanisées.
<p>Fang (2008)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête nationale sur les déplacements des ménages. Sous-échantillons californiens (2299 ménages) (2009). • Comparaison de quartiers d'un même État. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle conjoint du nombre de voitures, de leur usage, du nombre de camions légers et de leur usage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : le bloc de recensement. • Densité d'unité résidentielle par kilomètre au carré. • Variable binaire pour certaines zones métropolitaines (capture l'offre de TC sur rail). 	<ul style="list-style-type: none"> • L'accroissement de la densité résidentielle de +50% accroît de 1,2 % la probabilité de ne pas posséder de camion. L'usage est réduit de 904 km par année. Pour les

<p>Pinjari, Pendyala, Bhat and Waddell (2007)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revenu, niveau d'éducation, composition du ménage, statut de propriété du logement. • Enquête sur les déplacements dans la région de la baie de San Francisco (2000). Sous-échantillons du comté d'Alameda (1447 ménages). • Comparaison de quartiers d'une même région. • Nombre de véhicules par conducteur, nombre de vélos, taille du ménage, coûts généralisés de transport. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse conjointe du choix de localisation du domicile et du choix de mode de transport pour se rendre au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Typologie de la zone d'habitation (rurale, urbaine). • Unité géographique : zone d'analyse de transport. • Densité de population et d'emploi dans la zone de résidence. Mixité des usages, densité routière, longueur des pistes cyclables dans un rayon de 1,6 km du domicile. 	<p>automobiles : accroissement de +0,13 % de la probabilité de ne pas avoir d'automobile. Impact sur l'usage : -188 km par année.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choix de localisation du domicile : les personnes âgées choisissent des quartiers moins denses. Les quartiers ayant une haute densité d'emploi sont moins préférés. Les ménages préfèrent une localisation plus proche de leur emploi. Il y a cependant une grande hétérogénéité dans l'attitude face au temps de déplacement. La densité routière, l'offre de pistes cyclables et l'accessibilité au TC jouent un rôle positif dans le choix de localisation. • Choix modal : la disponibilité de véhicules favorise le mode automobile. La taille du ménage favorise le covoiturage. La densité de population et d'emploi et l'offre de pistes cyclables favorisent les modes non motorisés.
<p>Potoglou (2008)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête Internet de 642 ménages dans la région métropolitaine de Hamilton (2005). • Comparaison de quartiers d'une même région. • Nombre d'enfants, nombre de véhicules, statut de propriété, éducation, mode alternatif pour se rendre au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modèles de choix discrets pour expliquer le type de véhicule choisi (automobile, minifourgonnette, VUS, camionnette). 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : rayon de 500 m du domicile. • Mesure de diversité des usages du sol (résidentiel, commercial, gouvernemental, parcs et industriel). Indice d'entropie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre d'enfants et le statut de propriétaire favorisent la possession de minifourgonnette. • L'usage courant d'un mode de transport alternatif et la diversité des usages du sol proche du domicile réduisent la probabilité de posséder un VUS. • Le nombre de véhicules, la propriété du domicile et un niveau d'éducation plus

<p>Potoglou et Kanaroglou (2008)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête Internet de 774 ménages dans la région métropolitaine de Hamilton (2005). • Comparaison de quartiers d'une même région. • Revenu, taille et composition du ménage, nombre de conducteurs, statut d'emploi, type d'habitation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle logit multinomial (ordonné et non ordonné) pour expliquer le nombre de véhicules du ménage (0, 1, 2, 3+). 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : zone d'analyse du trafic. • Densité résidentielle et d'emploi, indicateur de mixité résidence-emploi, indice d'entropie des usages (commercial, résidentiel, parc) dans un rayon de 500 m de la résidence. Nombre d'individus dans le ménage qui travaillent à plus de 6 km. Nombre d'arrêts d'autobus dans un rayon de 500 m de la résidence. 	<p>faible accroissent la probabilité de posséder une camionnette.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible capacité explicative du modèle. • La mixité des usages réduit la probabilité de posséder un deuxième véhicule. Le nombre d'individus qui travaillent à plus de 6 km accroît la probabilité d'avoir plus d'un véhicule. La proximité d'arrêts d'autobus n'a pas d'impact.
<p>Shay et Khattak (2007)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête sur les déplacements dans la région de Charlotte (Caroline du nord) – 1508 ménages (2001). • Comparaison de quartiers d'une même région. • Taille et composition du ménage, statut d'emploi dans le ménage, nombre de vélos, revenu, type d'habitation, statut de propriété de la résidence. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour chaque variable : régression binomiale négative. • Nombre de véhicules des ménages. • Nombre de déplacements par jour. • Nombre de déplacements en automobile par jour. • Nombre de déplacements à pied. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : le bloc de recensement. • Trois types de mesures sont comparés : <ul style="list-style-type: none"> a) Densité résidentielle, Distance minimale arrêt d'autobus, Distance min. centre commercial, Distance au centre-ville. b) Typologie des quartiers en 8 catégories (urbain, centre-ville, rural, suburbain...). c) Cinq facteurs de caractérisation du lieu de résidence obtenus sur la base d'une analyse factorielle de 34 indicateurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre de véhicules dépend surtout des facteurs socioéconomiques. Peu d'impacts de la FU ou des TC, sauf pour le facteur d'accessibilité, qui réduit le nombre d'automobiles. • Fréquence accrue des déplacements pour les ménages situés au centre-ville (+24,4 % par rapport à des ménages en milieu rural). La taille du ménage, le nombre d'enfants et le revenu favorisent les déplacements. • L'accessibilité favorise aussi les déplacements. • La fréquence des déplacements à pied dépend des caractéristiques piétonnières et de l'accessibilité.
<p>Spissu, Pinjari, Pendyala et Bhat</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête sur les déplacements dans la 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse conjointe du choix de classes de 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : rayon de 1,6 km du domicile. 	<ul style="list-style-type: none"> • La densité de population n'a pas d'effet sur le choix de

<p>(2009)</p>	<p>région de la baie de San Francisco (2000). Véhicules de moins de 5 ans uniquement.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparaison de quartiers d'une même région. • Variables socio-démographiques. Variables composites pour capturer les caractéristiques du véhicule, y compris les coûts d'achat et d'utilisation. 		<ul style="list-style-type: none"> • Densité de population et d'emploi dans la zone de résidence, mixité des usages. Temps de marche nécessaire pour accéder au TC et nombre de zones accessibles à vélo dans un rayon de 9,6 km. 	<p>classe, mais réduit l'usage surtout pour les voitures compactes et les VUS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la probabilité de choisir un VUS ou une minifourgonnette lorsque la superficie des industries et des commerces s'accroît autour du domicile. • Le doublement du prix de l'essence affecterait davantage le choix de classe que l'usage. • L'impact des variables socioéconomiques est conforme aux attentes.
<p>Van et Hedel (2007)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Panel allemand sur la mobilité (1996-2003). Sous-échantillons des ménages avec au moins un véhicule (40 522 déplacements dont 28 901 par véhicule). • Comparaison de quartiers d'un même pays. • Âge, sexe, éducation, statut d'emploi, distance résidence-travail, composition du ménage, nombre de véhicules, revenu moyen des ménages dans le même code postal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle en deux étapes : i) conduite ou non d'un véhicule pour une journée donnée et, si oui, ii) distance totale. • Instrumentation des variables de FU pour tenir compte de leur endogénéité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unité géographique : code postal. • Densité des routes, densité commerciale, indice d'entropie comme mesure de diversité (commerces, services, loisirs). • Distance de marche pour l'accès au TC. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'impact de la FU et de l'accès au TC serait plus important une fois l'endogénéité contrôlée. • +10 % à la densité commerciale réduit la probabilité d'utiliser son véhicule de 0.5 % et la distance conduite par jour de 4,3 km. • Impact plus limité de la densité du réseau routier. • Pas d'effet significatif de la diversité des usages commerciaux. • Un accroissement du revenu diminue la distance parcourue.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BADDOE, Daniel A., et Eric J. MILLER. «Transportation-land-use interaction: empirical findings in North America, and their implications for modeling», *Transportation Research Part D*, 5, 2000, p. 235-263.

BENTO, Antonio M., Maureen L. CROPPER, Ahmed MUSHFIQ MOBARAK, et Katja VINHA. «The effects of urban spatial structure on travel demand in the United States», *The Review of Economics and Statistics*, August 2005, 87(3): 466-478.

BHAT, Chandra R., et Jessica Y. GUO. «A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and auto ownership levels», *Transportation Research Part B*, 41, 2007, p. 506-526.

BHAT, Chandra R., Sudeshna SEN, et Naveen ELURU. «The impact of demographics, built environment attributes, vehicle characteristics, and gasoline prices on household vehicle holdings and use», *Transportation Research Part B*, 43, 2009, p. 1-18.

BROWNSTONE, David, et Thomas F. GOLOB. «The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption», *Journal of Urban Economics*, 65, 2009, p. 91-98.

BRUECKNER, Jan K. «Urban Sprawl: Lessons from Urban Economics», *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs: 2001*, p. 65-97.

CERVERO, Robert, et Michael DUNCAN. «Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing?», *Journal of American Planning Association*, Vol. 72, No. 4, Autumn 2006.

CHEN, Cynthia, Hongmian GONG, et Robert PAASWELL. «Role of the built environment on mode choice decisions: additional evidence on the impact of density», *Transportation*, 2008, 35:285-299, DOI 10.1007/s11116-007-9153-5.

DIELEMAN, Frans M., Martin DIJST, et Guillaume BURGHOUWT. «Urban Form and Travel Behaviour: Micro-level Household Attributes and Residential Context», *Urban Studies*, Vol. 39, No. 3, 507-527, 2002.

EWING, Reid, et Robert CERVERO. «Travel and the Built Environment», *Transportation Research Record*, 1780, Paper No. 01-3515, p. 87-114.

FANG, Hao Audrey. «A discrete-continuous model of households' vehicle choice and usage, with an application to the effects of residential density», *Transportation Research Part B*, 42, 2008, p. 736-758.

FRANK, Lawrence, Mark BRADLEY, Sarah KAVAGE, James CHAPMAN, et T. Keith LAWTON. «Urban form, travel time, and cost relationships with tour complexity and mode choice», *Transportation*, 2008, 35:37-54, DOI: 10.1007/s11116-007-9136-6.

GOODWIN Phil B., «Empirical evidence on induced traffic», *Transportation* 23, 1996, p. 35-54.

KENWORKY J.R., et F.B. LAUDE. «Pattern of automobile dependence in cities: an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy», *Transportation Research Part A* 33, p. 691-723.

NEWMAN Peter, et Jeffrey KENWORTHY. *Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook* (Aldershot: Gower, 1989).

PINJARI, Abdul Rawoof, Ram M. PENDYALA, Chandra R. BHAT, et Paul A. WADDELL. «Modeling residential sorting effects to understand the impact of the built environment on commute mode choice», *Transportation*, 2007, 34-557-573, DOI 10.1007/s11116-007-9127-7.

POTOGLOU, Dimitris. «Vehicle-type choice and neighbourhood characteristics: An empirical study of Hamilton, Canada», *Transportation Research Part D*, 13, 2008, p. 177-186.

POTOGLOU, Dimitris, et Pavlos S. KANAROGLOU. «Modelling car ownership in urban areas: a case study of Hamilton, Canada », *Journal of Transport Geography*, 16, 2008, 42-54.

SHAY, Elizabeth, et Asad J. KHATTAK. «Automobiles, Trips, and Neighborhood Type Comparing Environmental Measures», *Transport Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2010, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2007, p. 73-82, DOI: 10.3141/2010-09.

SPISSU, Erika, Abdul Rawoof PINJARI, Ram M. PENDYALA, et Chandra R. BHAT. «A copula-based joint multinomial discrete-continuous model of vehicle type choice and miles travel», *Transportation*, forthcoming 2009.

SMALL Kenneth A., et Erik T. VERHOEF (2007). *The Economics of Urban Transportation*. Routledge.

VANCE, Colin, et Ralf HEDEL. «The impact of urban form on automobile travel: disentangling causation from correlation», *Transportation*, 2007, 34:575-588, DOI 10.1007/s11116-007-9128-6.

