

L'impact de l'accessibilité et de la forme urbaine sur le choix modal des jeunes adultes : le cas de l'agglomération lyonnaise (1995-2006)

Louafi Bouzouina, Caroline Bayart and Patrick Bonnel

Volume 43, Number 2, 2020

Accès au logement et à la mobilité

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1083289ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1083289ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Canadian Regional Science Association / Association canadienne des sciences régionales

ISSN

0705-4580 (print)

1925-2218 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Bouzouina, L., Bayart, C. & Bonnel, P. (2020). L'impact de l'accessibilité et de la forme urbaine sur le choix modal des jeunes adultes : le cas de l'agglomération lyonnaise (1995-2006). *Canadian Journal of Regional Science / Revue canadienne des sciences régionales*, 43(2), 6–19. <https://doi.org/10.7202/1083289ar>

Article abstract

The objective of this paper is to estimate the factors that determine non-use of the private car among young adults and to measure the specific effects of accessibility and urban form of both the area of residence and work or study. The analysis is based on two recent Household Travel Surveys conducted in the Lyon conurbation in France in 1995 and 2006 which have been enhanced with contextual indicators extracted from geographical databases. Three modes frequently used for home-to-work/college trips have been considered: the private car, public transport and active modes (walking, bicycle). The results from multinomial logit models show that socioeconomic factors have a significant impact on modal choice for home-to-work/college trips. However, the characteristics of an individual's areas of residence and activity still have a strong explanatory power for non-use of the private car among young adults. The influence of the urban structure via population/employment density, nearby facilities and public transport accessibility was even greater in 2006 than in 1995. The likelihood of not driving among young adults nonetheless depends much more on the public transport accessibility and the urban structure of the area where they work or study than that of their area of residence.

L'IMPACT DE L'ACCESSIBILITÉ ET DE LA FORME URBAINE SUR LE CHOIX MODAL DES JEUNES ADULTES: LE CAS DE L'AGGLOMÉRATION LYONNAISE (1995-2006)

Louafi BOUZOUINA, Caroline BAYART, Patrick BONNEL

Louafi BOUZOUINA

Laboratoire Aménagement
Economie Transports – LAET,
ENTPE, Université de Lyon, CNRS,
LAET, Rue Maurice Audin, 69 518
Vaux-en-Velin Cedex.
louafi.bouzouina@entpe.fr

Caroline BAYART

Laboratoire de Sciences Actuarielle et
Financière – LSAF, Université Claude
Bernard – Lyon 1, Université de Lyon,
Domaine de Gerland, 50 Avenue Tony
Garnier, 69366 Lyon Cedex 07.
caroline.bayart@univ-lyon1.fr

Patrick BONNEL

Laboratoire Aménagement
Economie Transports – LAET,
ENTPE, Université de Lyon, CNRS,
Rue Maurice Audin, 69 518
Vaux-en-Velin Cedex.
patrick.bonnel@entpe.fr

Soumis: 31 octobre 2019
Accepté: 29 novembre 2019

Résumé/Abstract: L'objectif de cet article consiste à estimer les facteurs qui déterminent le non usage de la voiture particulière chez les jeunes adultes et de mesurer les effets spécifiques de l'accessibilité et de la forme urbaine du lieu de résidence et du lieu de travail ou d'étude. L'analyse repose sur les données des deux enquêtes ménages déplacements, de 1995 et 2006, de l'agglomération lyonnaise en France, enrichies par des indicateurs de contexte spatial extraits de bases de données géographiques. Trois modes fréquemment utilisés lors des déplacements domicile-travail/étude sont considérés: la voiture particulière, le transport en commun et les modes actifs (marché à pied, vélo). Les résultats des modèles logit multinomiaux montrent que les facteurs socioéconomiques ont un impact significatif sur le choix modal pour les déplacements domicile-travail/étude. Cependant, les caractéristiques des zones de résidence et d'activité ont un pouvoir explicatif encore très important sur le fait de ne pas utiliser la voiture chez les jeunes adultes. L'influence de la structure urbaine, via la densité de population/emploi, les activités de proximité et l'accessibilité au transport en commun, est plus prononcée en 2006 par rapport à 1995. La probabilité de ne pas conduire chez les jeunes adultes dépend encore plus de l'accessibilité et de la forme urbaine du lieu de travail ou d'étude que de celles du lieu de résidence.

The objective of this paper is to estimate the factors that determine non-use of the private car among young adults and to measure the specific effects of accessibility and urban form of both the area of residence and work or study. The analysis is based on two recent Household Travel Surveys conducted in the Lyon conurbation in France in 1995 and 2006 which have been enhanced with contextual indicators extracted from geographical databases. Three modes frequently used for home-to-work/college trips have been considered: the private car, public transport and active modes (walking, bicycle). The results from multinomial logit models show that socioeconomic factors have a significant impact on modal choice for home-to-work/college trips. However, the characteristics of an individual's areas of residence and activity still have a strong explanatory power for non-use of the private car among young adults. The influence of the urban structure via population/employment density, nearby facilities and public transport accessibility was even greater in 2006 than in 1995. The likelihood of not driving among young adults nonetheless depends much more on the public transport accessibility and the urban structure of the area where they work or study than that of their area of residence.

Mots-clés: mobilité quotidienne; choix modal; jeunes adultes; accessibilité; structure urbaine; zone de résidence/zone d'activité
Keywords: daily mobility; modal choice; young adults; accessibility; urban structure; residence/activity area

Remerciements: Cette recherche a été menée dans le cadre du projet EVOLMOB (Geyik, Bonnel, 2016; Pantieri et al, 2014), financé par le PREDIT, programme du ministère français de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (2013-2016)

Après plusieurs décennies de croissance et une position dominante dans la société, l'usage de la voiture particulière commence à décliner pour la première fois depuis les années 2000. De nombreuses études montrent en effet un déclin dans l'utilisation de la voiture en tant que conducteur, aussi bien en France (Bouzouina et al., 2011; Grimal et al., 2013) que dans d'autres pays développés (Newman & Kenworthy, 2011; Metz, 2013; Goodwin & Van Dender, 2013; Delbosc & Currie, 2013; Kuhnimhof et al., 2012a, 2013). Ainsi, dans l'aire urbaine de Lyon, la part modale de la voiture a reculé de 52% à 48% des déplacements entre 1995 et 2006. Elle a depuis atteint un niveau historiquement bas de 42%, selon la plus récente enquête ménages déplacements de 2015 (Sytral, 2016). La principale question soulevée par ces études concerne la cause de cette baisse. Est-ce le résultat d'une morosité économique? Avons-nous atteint un niveau de saturation en ce qui concerne l'usage de la voiture (Metz, 2013) ou sommes-nous en présence du phénomène de « peak car », décrit notamment par Goodwin & Van Dender (2013)? Plusieurs explications ont été proposées pour justifier le déclin de l'usage de la voiture dans les déplacements quotidiens. Elles concernent généralement les changements économiques et l'augmentation généralisée des coûts associés à la voiture (coût du permis de conduire, du carburant et des taxes, augmentation de la congestion) (Dargay & Hanly, 2007; Licaj et al., 2012; Le Vine et al., 2013; Blumenberg et al., 2016), les améliorations du réseau de transport public et le développement des modes doux (Kuhnimhof et al., 2012b; Grimsrud & El-Geneidy, 2014), les changements démographiques (composition du ménage, âge moyen de la population, cycle de vie) (Prillwitz et al., 2006; Oakil et al., 2014; Clark et al., 2016), la saturation de la demande de transport (Millard-Ball & Shipper, 2011), les évolutions technologiques et les changements d'attitude et des préférences, en particulier chez les jeunes adultes, « Millennials » or « Gen Y », qui ont initié la tendance mondiale du déclin de l'usage de l'automobile (Larsen et al., 2006; Hjorthol, 2008; Delbosc & Currie, 2013; McDonald, 2015; Delbosc, 2017). La baisse de l'usage de la voiture chez des jeunes adultes s'accompagne d'une désaffection pour le passage du permis de conduire et d'une stabilisation ou d'un déclin du taux de possession d'automobiles, particulièrement dans les zones urbaines (Kuhnimhof et al., 2012b, 2013; Delbosc & Currie, 2013, 2014; Grimal et al., 2013; Licaj et al., 2012). Les résultats des travaux de Le Vine et al. (2014) contredisent toutefois l'hypothèse selon laquelle la sensibilité écologique des jeunes adultes serait la cause de leur moindre détention du permis de conduire, au moins en Angleterre et aux États-Unis. L'analyse de l'usage de la voiture parmi ce segment de la population pose donc question. Pourquoi les jeunes adultes utilisent-ils moins la voiture en tant que conducteur dans leurs déplacements quotidiens?

La plupart des études qui s'intéressent au moindre usage de la voiture par les jeunes adultes ont observé des tendances à un niveau agrégé ou ont adopté une vision transnationale du phénomène (Kuhnimhof et al., 2012a; Delbosc & Currie, 2013; Le Vine et al., 2013; Grimal et al., 2013; Hjorthol, 2016; Oakil et al., 2016). Plus récemment, des recherches ont analysé des données désagrégées à l'échelle d'une grande ville et pris en compte des indicateurs précis sur la structure de l'aire urbaine (McDonald & Trowbridge, 2009; Ralph et al., 2016). Une abondante littérature présente également l'impact de la forme urbaine et du bâti sur le comportement de déplacement des habitants (Stead & Marshall, 2001; Cervero & Kockelman, 1997; Cervero & Murakami, 2010; Ewing & Cervero, 2010; Scheiner & Holz-Rau,

2013). Les résultats montrent qu'une forte densité de population ou d'emploi dans la zone de résidence est souvent associée à un faible usage de la voiture pour les déplacements quotidiens. La proximité d'une station de métro ou un accès facilité aux commerces de proximité sont également supposés réduire l'usage de l'automobile et encourager le recours aux modes de transport alternatifs (Kockelman, 1997; Ewing & Cervero, 2010). Par ailleurs, la mixité des activités sur le territoire et la présence d'infrastructures (voies vertes, zones cyclables, etc.) à proximité du lieu de résidence sont des éléments qui favorisent les déplacements de courte distance et l'utilisation de modes doux. Krizek and Johnson (2006) ont conclu que la faible distance entre le lieu de résidence et les commerces de proximité est un déterminant significatif du choix des modes doux. Cependant, les analyses liées à l'impact des formes urbaines se focalisent souvent sur le lieu de résidence des individus, sans prendre en compte les caractéristiques de leur lieu de travail ou d'étude. L'objectif de cet article est de tester l'impact de l'accessibilité et de la forme urbaine sur l'usage de la voiture pour les déplacements domicile-travail/étude jeunes adultes, en intégrant dans l'analyse, non seulement les caractéristiques de leur zone de résidence, mais également celles de leur lieu de travail ou d'études. Notre travail complète donc les travaux antérieurs, puisqu'il contraste avec la majorité des études sur la mobilité des jeunes adultes, dans lesquelles les indicateurs spatiaux sont soit non représentés, soit restreints au lieu de résidence et présents à un niveau très agrégé (distinction entre centre-ville, banlieue et zone rurale ou de faible densité de population) (Licaj et al., 2012; Grimal et al., 2013; Berrington & Mikolai, 2014). Les facteurs spatiaux contribuent-ils à expliquer le moindre usage de la voiture chez des jeunes adultes de l'agglomération lyonnaise? L'impact de l'accessibilité et de la forme urbaine est-il plus élevé en 2006 qu'il ne l'était en 1995? La décision des jeunes adultes de ne pas recourir à l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail/études est-elle davantage déterminée par l'accessibilité et les caractéristiques de la zone de résidence ou par celles de leur lieu de travail/d'étude? La nouveauté de ce papier résulte donc de la double prise en compte de l'accessibilité et de la forme urbaine, au niveau du lieu de résidence et de travail/étude des individus. Cette étude empirique concerne l'évolution du comportement de déplacement des jeunes adultes (de 18 à 34 ans) de l'aire urbaine de Lyon, pour motif travail/étude, entre 1995 et 2006.

Le reste de l'article s'organise en trois parties. La section 1 présente la méthodologie: après avoir brièvement décrit le champ de l'enquête, l'article détaille les données des enquêtes ménages déplacements (EMD) de Lyon, le modèle économétrique mobilisé et propose quelques statistiques descriptives. Les résultats de l'estimation du modèle économétrique seront discutés dans la section 2, qui mettra en avant les différents profils de mobilité. Finalement, nous dresserons quelques conclusions et discuterons des implications de cette recherche en termes de politique de transport dans la section 3.

MÉTHODOLOGIE

Nous présentons d'abord les données de mobilité (section 1.1) et les données spatiales (section 1.2) nécessaires pour construire les indicateurs utilisés pour estimer le modèle économétrique (section 1.3). Les statistiques descriptives des variables explicatives retenues sont ensuite détaillées (section 1.4).

L'aire urbaine de Lyon et les enquêtes ménages déplacements (EMD) conduites en 1995 et 2006

Lyon est la principale agglomération de la région française « Auvergne Rhône-Alpes ». Son centre urbain, représenté par les villes de Lyon et Villeurbanne, compte 620 000 habitants selon le recensement national de la population de 2006 et l'agglomération lyonnaise (nommée aussi communauté urbaine de Lyon) regroupe 1,2 millions d'habitants (Figure 1). C'est une ville dynamique, qui a historiquement bénéficié d'un riche secteur industriel et qui est aujourd'hui reconnue comme un pôle majeur pour l'éducation supérieure et la recherche. La densité de population est très élevée au niveau du centre de l'agglomération, territoire par conséquent adapté aux modes de transport alternatifs à la voiture particulière. De plus, le réseau de transport public lyonnais est souvent présenté comme un des meilleurs du territoire français. Durant la période étudiée, de considérables investissements ont été mis en œuvre pour développer l'accès aux modes de transport collectifs (Figure 2a-b) ainsi que l'usage des modes doux. Il s'agit notamment de l'extension de deux des quatre lignes de métro (vers l'ouest en 1997 et vers le sud en 2000), de l'inauguration de deux lignes de tramway en 2001, suivies par une troisième en décembre 2006, et la mise en place d'un système de location de vélos en libre-service (Vélov) en 2005. Le pôle urbain s'étend davantage à l'est qu'à l'ouest, où son développement

est restreint par la topographie (les Monts du Lyonnais). Néanmoins, l'agglomération conserve une structure typiquement monocentrique (Bonnel et al., 2013).

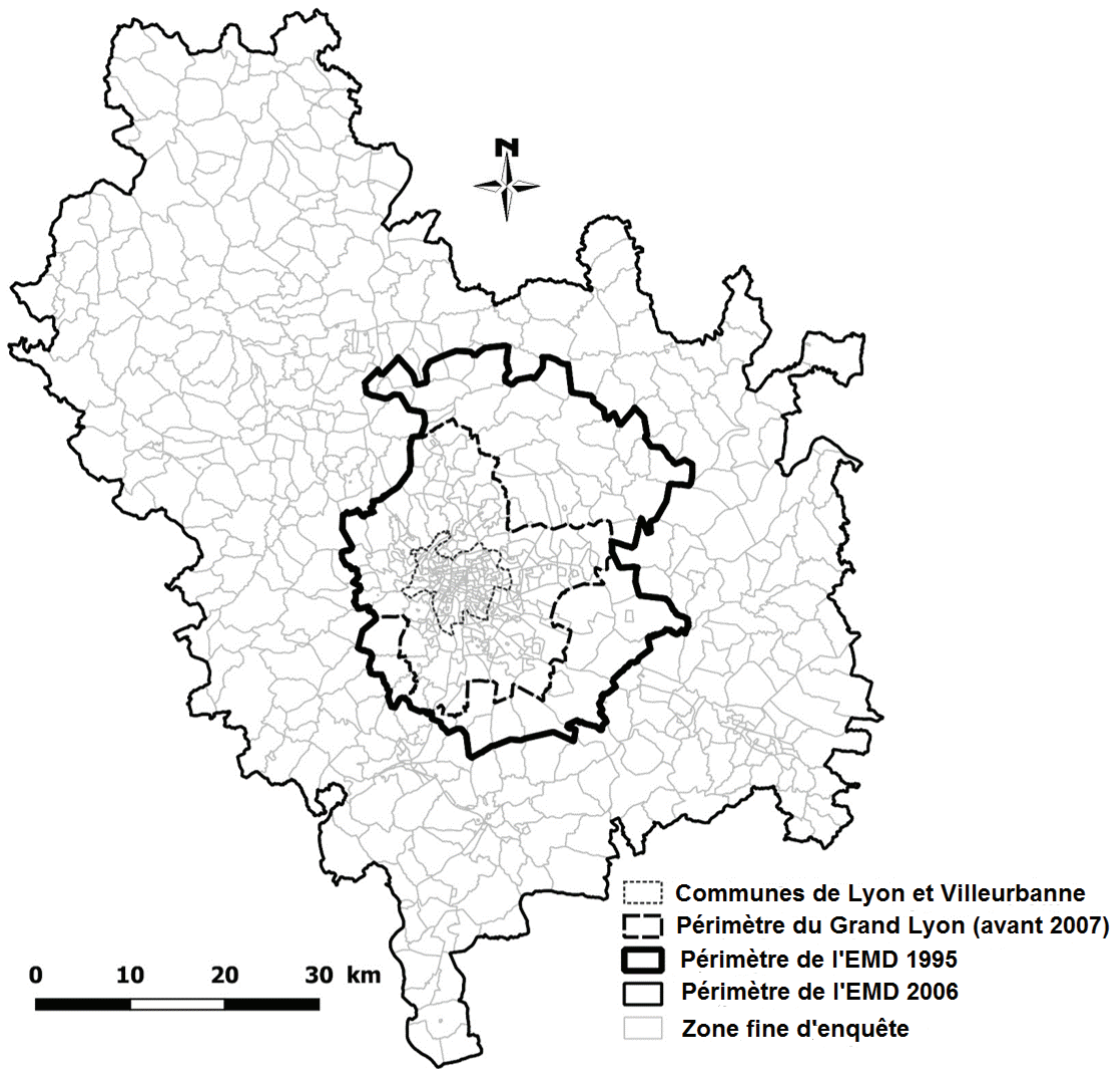
Notre analyse concernant l'évolution du choix modal des jeunes adultes pour leurs déplacements domicile-travail/étude est basée sur les résultats des enquêtes ménages déplacements (EMD), réalisées dans l'agglomération lyonnaise en 1995 et 2006 (Tableau 1). Ces enquêtes ont été menées selon la procédure standard définie par un organisme national, le Centre d'Etudes sur les Réseaux, les

Tableau 1. Effectif enquêté, les nombres entre parenthèses sont pondérés et extrapolés pour les rendre représentatif de la population générale

	Ménages	Individus	Déplacements
1995	6 001 (536 000)	1 997 (1 280 000)	53 213 (4 659 777)
2006	11 229 (832 618)	25 656 (1 975 260)	96 250 (7 200 000)

Source : CETE de Lyon et al. (1995) et CETE de Lyon (2006)

Figure 1. Périmètre de l'aire urbaine de Lyon et de l'enquête ménage déplacements (1995 & 2006)



Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU, 1998). Cette procédure, uniforme sur l'ensemble du territoire national, autorise des comparaisons entre différentes aires urbaines, ainsi qu'entre différentes enquêtes menées sur un même territoire à des horizons temporels différents. Les enquêtes ménages déplacements sont réalisées approximativement tous les 10 ans dans la plupart des aires urbaines françaises.

Afin d'assurer la comparabilité des données sur le plan spatial, nous avons raisonné à périmètre constant pour analyser les évolutions en termes de choix modal des jeunes adultes. Ainsi, nous nous sommes restreints au périmètre de l'EMD de 1995 (Figure 1), qui correspond approximativement à celui du réseau de transport en commun sur l'agglomération lyonnaise.

L'échantillon a été constitué à partir des répondants âgés de 18 à 34 ans au moment de l'enquête. Comme le mode de transport utilisé est lié à un déplacement et donc à une activité à l'origine et à la destination, nous avons centré notre étude sur les déplacements domicile-travail/étude. Les origines et les destinations des déplacements sont renseignées et analysées au niveau des zones fines, plus petites mailles du zonage de l'EMD (Figure 1). Seuls les déplacements réalisés au sein des 250 zones fines du périmètre de l'EMD de 1995 sont donc pris en compte dans nos modèles économétriques. Au final, sur ce périmètre, 2 468 déplacements ont été collectés dans l'EMD de 1995 et 2 079 dans l'EMD de 2006. Cela correspond, après pondération et extrapolation, à une population de 243 000 individus en 1995 et 247 000 en 2006. Cette population semble donc relativement stable à l'intérieur du périmètre de l'EMD 1995.

Utiliser le recensement de la population pour construire des indicateurs d'accessibilité et de formes urbaines

L'originalité de notre étude tient au fait de considérer non seulement des déterminants du choix modal au niveau du ménage et de l'individu (variables socio-démographiques et économiques), mais également au niveau de la zone de résidence et de travail/étude. Les deux EMD (1995 et 2006) ont été enrichies avec des bases de données issues du recensement national (1990-1999 et 2006), dans le but de construire des indicateurs d'accessibilité et de formes urbaines au niveau des zones fines. Cependant, les données démographiques relatives à la population, à l'emploi et à l'occupation de l'espace, nécessaires pour construire ces indicateurs, sont disponibles uniquement à l'échelle de l'IRIS, non compatible avec celle de la zone fine de l'EMD. Afin de lier les deux systèmes de zonage, il a fallu agréger plusieurs IRIS et les faire correspondre aux zones de l'enquête ménages déplacements. Une matrice de passage a été construite, grâce à la base de données « BD Topo » fournie par l'IGN (Institut Géographique National). Cette base de données sur l'occupation du sol a également été utilisée pour construire les indicateurs de formes urbaines : accessibilité gravitaire aux emplois en voiture particulière, accessibilité isochrones aux stations de métro ou aux arrêts de tramway (une distance inférieure à 500 m, ce qui correspond à un rayon de marche à pied de 8 à 10 minutes à partir de chaque station) (Figure 2), densité brute de population et d'emplois, nombre d'activités de proximité. Ces activités de proximité englobent les magasins et petits commerces de détail, les restaurants, les banques et bureaux de poste, les services de soins incluant les médecins et pharmacies, les écoles, les crèches et les établissements secondaires. Ces données sont issues de la base permanente des équipements (BPE) de l'INSEE.

En plus de l'indicateur d'accessibilité aux stations de transport en commun, ce travail a permis d'associer à chaque zone de résidence un indicateur traduisant l'accessibilité gravitaire aux emplois en voiture, selon la formule développée par Hansen (1959) :

$$A_i = \sum_j D_j e^{(-\beta t_{ij})}, i, j \in Z \quad (1)$$

Tableau 2a. Densité de population des jeunes adultes (âgés de 18 à 39 ans) et accessibilité isochrones à une station de métro ou un arrêt de tram (<500 m), en 1995 (périmètre de l'enquête ménage 1995)

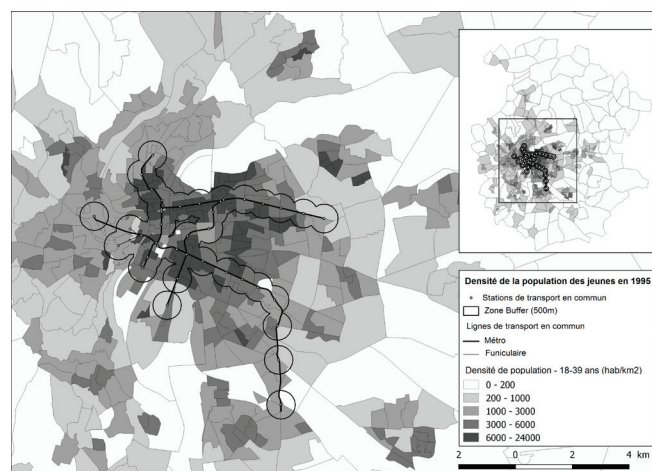
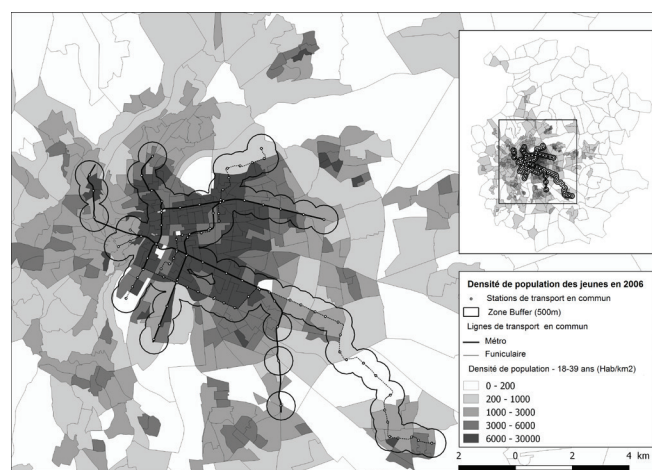


Tableau 2b. Densité de population des jeunes adultes (âgés de 18 à 39 ans) et accessibilité isochrones à une station de métro ou un arrêt de tram (<500 m), en 2006 (périmètre de l'enquête ménage 1995)



Avec A_i l'accessibilité de la zone de résidence i aux emplois D dans chaque zone d'emploi j , à l'intérieur du périmètre de la conurbation lyonnaise Z . t_{ij} est le temps de transport généralisé en voiture particulière de l'aire i à l'aire j . β , dont la valeur est égale à 0,13, est un paramètre obtenu en calibrant un modèle gravitaire de distribution des déplacements (Bouzouina et al., 2014).

Ces cartes (Figure 2a et Figure 2b) soulignent l'amélioration de l'accessibilité de la population au réseau de tramway et aux lignes de métro, ainsi que l'augmentation de la densité brute de population des jeunes adultes résidant dans le centre de l'agglomération et près des stations de transport collectif, entre 1995 et 2006.

Ces deux facteurs spatiaux peuvent avoir un impact significatif sur le mode de transport choisi par les jeunes adultes pour leurs déplacements vers et depuis leur lieu de travail/d'études.

Plusieurs indicateurs spatiaux susceptibles d'influencer le choix des jeunes adultes, entre mode doux, mode collectif et mode motorisé,

Tableau 2. Indicateurs spatiaux pour chaque mode de déplacement en 1995 et 2006

Variable	Modes doux	Modes collectifs	Modes motorisés	P-value (F de Fisher)
Distance en km entre la zone de résidence ou d'emploi et le centre de l'agglomération				
Distance au centre (km)	4,48	5,87	7,60	<0,001%
	3,95	5,67	7,84	<0,001%
Densité d'habitants de la zone de résidence au km²				
Densité habitant. (hab/km ²)	5 920	4 865	3 425	<0,001%
	8 893	6 268	3 998	<0,001%
Densité d'habitants de la zone de travail au km²				
Densité habitant (hab/km ²)	9 995	15 239	6 115	<0,001%
	10 224	10 035	4 050	<0,001%
Nombre de logement par km² de la surface bâtie de la zone de résidence				
Dens. log. nette (log/km ²)	2 134	3 097	2 437	0,18%
Ratio de la surface bâtie sur la surface brute de la zone				
Taux d'urbanisation	0,244	0,185	0,147	<0,001%
	0,257	0,200	0,148	<0,001%
Densité d'emplois brute de la zone de résidence				
Densité empl. (empl//km ²)	12 898	10 801	8 605	<0,001%
	17 841	13 615	9 319	<0,001%
Densité d'emplois brute de la zone d'emplois				
Densité empl. (empl//km ²)	29 808	38 126	18 110	<0,001%
	18 541	17 761	10 776	<0,001%
Ratio du nombre d'emplois sur le nombre d'actifs de la zone concernée				
Mixité fonctionnelle	0,61	0,55	0,48	0,28%
	0,85	0,61	0,53	<0,001%
Nombre d'activités de proximité dans la zone concernée				
Activités de proximité	23,97	20,68	18,70	<0,001%
	50,18	38,46	34,75	<0,001%
Accessibilité gravitaire VP				
Access. Gravitaire VP	58 660	47 887	37 300	<0,001%
	119 142	96 477	81 982	<0,001%

*La première ligne de chiffres concerne l'enquête de 1995 et ceux de la seconde ligne l'enquête de 2006.

ont été introduits dans l'analyse (Tableau 2). Ces indicateurs incarnent les volumes et les densités de populations et des emplois, la diversité des fonctions et la mixité fonctionnelle, dont l'impact sur le choix modal est largement discuté dans la littérature (Cervero & Kockelman, 1997; Kockelman, 1997; Levinson & Kumar, 1997; Pouyanne, 2005; Krizek & Johnson, 2006; Ewing & Cervero, 2010; Newman & Kenworthy, 2011). Ils représentent également la distance au centre et les accessibilités offertes par les différents modes. La plupart de ces indicateurs (Tableau 2) sont corrélés entre eux et certains ne sont pas retenus dans les modèles.

Parmi les variables de forme urbaine, ce sont les deux variables de densités d'habitants et d'emploi qui ont été retenues, en plus de la variable « Activités de proximité » qui différencie les zones fines par rapport à la fonction des activités du quotidien. Pour contourner les corrélations entre les variables retenues, des variables catégorielles ont été créées, croisées entre lieu de résidence et lieu de travail/étude et testées dans les modèles. La densité d'emploi, par exemple, a été différenciée en termes de niveau, entre « haut » et « bas », à partir de la médiane des zones de résidence des jeunes adultes (4 176 emplois/km² en 1995 et 6 732 emplois/km² en 2006) et la médiane de leurs zones de travail/étude (7 389 emplois/km² en 1995 et 10 156 emplois/km² en 2006). Quatre modalités de niveau de densité découlent de cette définition: « haut » sur le lieu de résidence ET « haut » sur le lieu de travail/étude; « bas » sur le lieu de résidence ET

« bas » sur le lieu de travail/étude; « haut » sur le lieu de résidence ET « bas » sur le lieu de travail/étude; « bas » sur le lieu de résidence ET « haut » sur le lieu de travail/étude. De la même manière, quatre catégories ont été définies pour la variable relative au nombre d'activités de proximité à partir de la médiane, sur la zone fine de résidence (16 établissements en 1995 et 27 établissements en 2006) et sur la zone de travail/étude (18 établissements en 1995 et 37 établissements en 2006).

Les fortes densités augmentent la probabilité de travailler ou d'étudier à proximité et d'utiliser des modes alternatifs à la voiture. D'ailleurs, la desserte en transport en commun, qu'elle soit en métro, en tramway ou en bus, est conditionnée dans la planification des transports par la densité. En absence de variables de conditions de circulation et notamment le niveau de congestion et la difficulté de stationnement, la densité représente également un bon proxy pour ces facteurs contraignants de l'usage de la voiture. L'introduction de la variable « activités de proximité », en plus de la densité, permet de prendre en compte la diversité fonctionnelle et de mieux expliquer la possibilité de réaliser des déplacements secondaires, associés au motif principal de travail ou d'étude, dans un but de restauration pendant la pause méridienne ou de fréquentation des commerces, par exemple. Ainsi, les variables relatives aux densités et aux activités de proximité reflètent deux mécanismes distincts mais complémen-

taires pour expliquer le non usage de la voiture au profit des autres modes alternatifs.

Le modèle logit multinomial

Ce papier propose d'expliquer le choix du mode de transport pour les déplacements domicile travail/études des jeunes adultes, à partir des caractéristiques socio-économiques de l'individu et du ménage auquel il appartient, de son accès à la voiture particulière et des données spatiales concernant sa zone de résidence et sa zone d'emploi/d'études. La variable dépendante, ou variable expliquée par le modèle, est binaire et représente le choix d'un mode de transport donné. Comme il n'est pas possible de recourir à la régression linéaire pour estimer une probabilité de choix, nous utiliserons un modèle probabiliste non linéaire, le modèle logit. Ce dernier est basé sur des hypothèses restrictives concernant la distribution des termes d'erreur (fonction Gumbel), mais sa formulation mathématique son opérationnalisation restent relativement simples.

La probabilité $P(y_i=j)$ pour un individu i de choisir un mode j parmi m modes, selon les valeurs d'un vecteur X_i de variables explicatives, peut s'écrire (Ben-Akiva and Bierlaire, 1999) :

$$P(y_i=j) = \frac{e^{\beta_j X_i}}{\sum_{k=1,m} e^{\beta_k X_i}} \tag{2}$$

Les valeurs des coefficients β sont celles qui maximisent la probabilité de l'événement « $m = j$ ». Ces coefficients sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance. Le «goodness of fit» a été apprécié par la valeur du R^2 ajusté et le critère d'information d'Akaike (AIC).

La mobilité des jeunes adultes : un déclin de l'utilisation de la voiture entre 1995 2006

Trois modalités ont été retenues pour analyser le choix modal des jeunes adultes : la voiture particulière, les transports en commun et les modes doux. Étant donné la taille relativement limitée de notre échantillon, les modes de transport non motorisés (marche à pied et vélo) ont été regroupés pour former la modalité «mode doux». La

part modale du vélo était en effet seulement égale à 1% en 1995 et 2,5% en 2006.

La place de la voiture chez les jeunes adultes s'est amoindrie entre 1995 et 2006, à l'intérieur du périmètre de l'EMD 1995 de Lyon (Tableau 3). En 1995, 55% des déplacements domicile travail/étude étaient effectués en voiture particulière, contre seulement 48% en 2006 (p-value < 0,001). Les transports en commun représentaient 29% de ces déplacements en 1995 et ont vu leur part modale augmentée en 2006 (37%, p-value <0,001). La part modale des modes doux est restée relativement stable entre les deux périodes, aux alentours de 15%. Par ailleurs, les premières analyses montrent que le déclin dans l'usage de la voiture est moins marqué parmi les femmes (45% en 1995, vs. 41% en 2006, p-value<0,001) que les hommes (62% en 1995, vs. 54% en 2006, p-value<0001).

Le tableau suivant donne quelques statistiques descriptives issues des EMD (1995 et 2006), pour chaque variable utilisée dans notre modèle explicatif du choix modal pour les déplacements domicile travail/étude des jeunes adultes (âgés de 18 à 34 ans). Les indicateurs sont les suivants: nombre d'observations, valeurs minimale et maximale, moyenne et écart type pour les variables continues (Tableau 4), modalités et fréquences pour les variables nominales (Tableau 5).

La densité de population brute sur l'aire de résidence a augmenté au cours de la période d'analyse (2 214 habitants/km2 en 1995, vs. 3 515 habitants/km² en 2006), mais cette tendance masque quelques disparités entre les quartiers du centre et ceux de la périphérie l'agglomération. L'accessibilité gravitaire aux emplois a également augmenté de manière significative pour les habitants (environ 38 000 en 1995, vs. 83 000 en 2006).

Le profil socio-démographique des répondants est relativement similaire entre 1995 et 2006. Les hommes sont légèrement surreprésentés (environ 54%) et, en 2006, il y a davantage d'actifs avec un niveau d'études élevé (36%, vs. 18% en 1995). La plupart des répondants détiennent le permis de conduire (79%), et disposent d'un accès à la voiture particulière (51% en 2006, vs. 39% en 1995). Si nous prêtons attention aux déterminants spatiaux, le nombre d'habitants par kilomètre carré est plus élevé en 2006 (3 515, vs. 2 214 en 1995). L'accessibilité gravitaire aux emplois en voiture depuis la

Tableau 3. Nombre de déplacements et part modale en 1995 et 2006, pour les déplacements domicile-travail/étude des jeunes adultes

Année	1995				2006			
	Modes doux	Transport collectif	Voiture	Total	Modes doux	Transport collectif	Voiture	Total
Nb. déplacements	380	742	1,346	2,468	319	769	991	2,079
Part modale	15%	30%	55%	100%	15%	37%	48%	100%

Tableau 4. Statistiques descriptives des variables quantitatives en 1995 et 2006

Variable	1995 (2 468 obs.)				2006 (2 079 obs.)			
	Moyenne	Ecart-type	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Variables socio-démographiques								
Nombre de personnes du ménage	2,98	1.59	1	11	2,88	1.49	1	9
Variables spatiales								
Densité de population brute de la zone de résidence (nb. habitants / km²)	2 214	5 549	47	33 150	3 515	6 266	36	36 660
Accessibilité gravitaire en voiture depuis la zone de résidence (nb. emplois potentiels)	37 840	40 721	913	240 000	83 620	76 839	1,811	252 000

Tableau 5. Statistiques descriptives des variables qualitatives en 1995 et 2006

Variables	Modalités	1995		2006	
		Obs.	%	Obs.	%
Variables socio-démographiques					
Genre	Homme	1,338	54%	1,100	53%
	Femme(ref)	1,130	46%	979	47%
Occupation	Actif sans un haut niveau d'éducation	1,137	46%	534	26%
	Actif avec un haut niveau d'éducation	431	18%	762	36%
	Inactif/sans emploi (ref)	900	36%	783	38%
Revenu par unité de consommation	Haut (30%)	352	14%	344	16%
	Moyen(40%)	1,485	60%	1,219	59%
	Bas (30%) (ref)	631	26%	516	25%
Variables de motorisation					
Permis de conduire	Oui	1,951	79%	1,635	79%
	Non (ref)	517	21%	444	21%
Accès à la voiture	Oui (nb. voitures >= nb. permis dans le ménage)	952	39%	1,052	51%
	Possible (no. voitures >0 and < nb. permis dans le ménage)	1,140	46%	723	35%
	Non (no. voiture =0 dans le ménage) (ref)	376	15%	304	14%
Type de sortie	Complexe (> 2 déplacements)	767	31%	515	25%
	Simple (2 déplacements maximums) (ref)	1,701	29%	1,564	75%
Variables spatiales					
Accès au métro ou tram (<500 m)	Oui (travail/études) + Oui (résidence)	444	18%	528	25%
	Oui (travail/études) + Non (résidence)	554	22%	494	24%
	Non (travail/études) + Oui (résidence area)	391	16%	284	14%
	Non (travail/études) + Non (résidence area) (ref)	1,079	44%	773	37%
Densité d'emplois (nb. emplois / km²)	Haut (travail/études) + Haut (résidence) (ref)	758	31%	573	27%
	Haut + Bas ou Bas + Haut	974	39%	865	42%
	Bas (travail/études) + Bas (résidence)	736	30%	641	31%
Activités de proximité (commerces de quartier)	Haut (travail/études) + Haut (résidence) (ref)	693	28%	638	31%
	Haut + Bas ou Bas + Haut	1,061	43%	899	43%
	Bas (travail/études) + Bas (résidence)	714	29%	542	26%

zone de résidence suit la même tendance (83 620 emplois potentiels en 2006, vs. 37 840 en 1995), avec une dispersion relativement plus élevée. Davantage de jeunes adultes de l'agglomération lyonnaise (à l'intérieur du périmètre de l'enquête ménage 1995) ont accès à une station de métro ou de tramway (<500 m) dans leur zone de résidence et leur zone d'emploi ou d'études (25 % en 2006, vs. 18 % en 1995), ce qui s'explique notamment par le développement du réseau de transport en commun sur le territoire. D'autres variables spatiales ont été testées mais non retenues, soit à cause de leur faible significativité statistique dans le modèle explicatif du de choix modal, soit parce qu'elles étaient fortement corrélées à d'autres indicateurs (Tableau 2).

RÉSULTATS

Les résultats du modèle logit multinomial sont présentés dans le Tableau 6, dans lequel figurent les coefficients estimés ainsi que leur niveau de significativité statistique. Le ratio de log- vraisemblance est égal à -1 470 en 1995 et -1 391 en 2006 (p-value < 0,001 pour les deux modèles). En 1995, le pseudo R² de McFadden est égal à 39 % (vs. 34 % en 2006) et le critère d'information d'Akaike (AIC) est de 3 016 (vs. 2 853 en 2006).

Odds ratio et effets marginaux: deux indicateurs clé pour analyser l'impact des variables explicatives du choix modal

Pour mieux comprendre l'impact des déterminants sociodémographiques, de motorisation et spatiaux sur le choix de différents modes de transport pour les déplacements domicile travail/étude, il est pertinent de calculer deux indicateurs: les odds ratios ou valeurs exponentielles des coefficients estimés par le modèle Logit, et les effets marginaux des variables explicatives.

Les odds ratios permettent une interprétation plus aisée des coefficients renvoyés par le modèle Logit multinomial. Dans notre étude, un odd ratio plus grand que un signifie qu'un individu a une probabilité plus élevée d'utiliser un mode de transport alternatif à la voiture particulière (mode doux ou transport collectif) pour ses déplacements domicile travail/étude. À contrario, un odd ratio plus petit que un signifie que la probabilité qu'un individu utilise sa voiture particulière est plus élevée pour ses déplacements domicile travail/étude (quelques odds ratios ne sont pas significatifs, parce que l'intervalle de confiance inclut la valeur 1). Peu de variables apparaissent comme non significatives au seuil de 5%. Certaines d'entre elles ont un impact sur le choix modal des jeunes adultes en 1995, qui disparaît en 2006, le niveau de revenu du ménage par unité de consommation en étant un bon exemple. Les odds ratios des variables explicatives

Tableau 6. Modèle Logit multinomial expliquant la note utilisation de la voiture particulière, en faveur des modes doux et des transports collectifs en 1995 (n=2,468) et 2006 (n=2,079)

Variables	1995				2006			
	Modes doux		Transports coll.		Modes doux		Transports coll.	
	Coeff.	P-value	Coeff.	P-value	Coeff.	P-value	Coeff.	P-value
Variables sociodémographiques								
Constante	5.246	< 0.001	6.252	< 0.001	3.357	< 0.001	3.952	< 0.001
Genre : Homme	-0.192	0.213	-0.622	< 0.001	0.095	0.555	0.304	0.018
Genre : Femme (ref)								
Occupation : Actif sans un haut niveau d'éducation	-1.578	< 0.001	-1.918	< 0.001	-0.947	< 0.001	-1.819	< 0.001
Occupation : Actif avec un haut niveau d'éducation	-1.077	< 0.001	-1.568	< 0.001	-0.827	< 0.001	-1.537	< 0.001
Occupation : Inactif/sans emploi (ref)								
Revenu (par unité de conso.) : Haut (30%)	-1.031	< 0.001	-0.599	0.012	NS	NS	NS	NS
Revenu (par unité de conso.) : Moyen(40%)	-0.775	< 0.001	-0.480	0.005	NS	NS	NS	NS
Revenu (par unité de conso.) : Bas (30%) (ref)								
Nb. de personnes du ménage	-0.355	< 0.001	0.037	0.465	-0.058	0.389	0.222	< 0.001
Variables de motorisation								
Permis de conduire : Oui	-2.044	< 0.001	-1.983	< 0.001	-2.077	< 0.001	-2.330	< 0.001
Permis de conduire : Non (ref)								
Accès à la voiture : Oui	-3.067	< 0.001	-3.857	< 0.001	-2.955	< 0.001	-2.937	< 0.001
Accès à la voiture : Possible	-1.857	< 0.001	-2.273	< 0.001	-2.139	< 0.001	-2.446	< 0.001
Accès à la voiture : Non (ref)								
Type de sortie : Complexe	0.556	< 0.001	-0.597	< 0.001	1.261	< 0.001	-0.455	0.005
Type de sortie : Simple (ref)								
Variables spatiales								
Accessibilité gravitaire en voiture (résidence)	NS	NS	NS	NS	1.2e-06	< 0.001	-7.9e-09	0.420
Accès au métro/tram : Oui (travail/études seulement)	-0.662	0.011	0.823	< 0.001	-0.492	0.057	0,896	< 0.001
Accès au métro/tram : Oui (résidence seulement)	0.208	0.355	0.302	0.146	-0.612	0.038	0,467	0.040
Accès au métro/tram : Oui (travail/études et résidence)	0.814	< 0.001	0.913	< 0.001	1.054	< 0.001	1.483	< 0.001
Accès au métro/tram : Non (travail/études et résidence) (ref)								
Densité de population brute de la zone de résidence	3.4 e-05	0.011	3.2 e-05	0.006	6,5 e-05	< 0.001	2,9 e-05	0,027
Densité d'emplois : Rés. et travail/études (bas-haut)	-0.803	< 0.001	-0.462	0.005	-0.902	< 0.001	-0.280	0.09
Densité d'emplois : Rés. et travail/études (bas)	0.104	0.658	-0.574	0.006	-0.482	0.055	-0.630	0,002
Densité d'emplois : Rés. et travail/études (haut) (ref)								
Activ. de proximité : Rés. et travail/études (bas-haut)	-1.435	< 0.001	-0.452	0.005	-0.517	0,009	-0.198	0.212
Activ. de proximité : Rés. et travail/études (bas)	-0.883	< 0.001	-0.661	< 0.001	-0.304	0.217	-0.542	0,008
Activ. de proximité : Rés. et travail/études (haut) (ref)								

du choix des modes doux comme alternative à la voiture particulière sont présentés dans la figure 3 et les odds ratios des variables explicatives du choix des transports collectifs comme alternative à la voiture particulière sont détaillés dans la figure 4.

Étant donné que le modèle logit multinomial n'est pas linéaire, un autre moyen d'évaluer l'effet des variables explicatives sur le choix modal est d'examiner l'impact d'une modification de leur valeur sur la probabilité de choisir un mode de transport donné. Les impacts marginaux montrent le changement dans la probabilité d'utiliser les modes doux ou les transports publics (à la place de la voiture) pour se rendre sur son lieu de travail/étude, quand la valeur d'une covariable augmente d'une unité (pour les variables catégorielles, ceci représente un changement discret dans la probabilité d'appartenir à l'une ou l'autre des catégories). Ces effets marginaux (à la valeur moyenne) sont reportés dans le tableau 6. Nous pouvons mettre en évidence d'importants changements entre les EMD de 1995 et 2006.

Des facteurs socio-démographiques toujours influents

Même si l'impact des variables sociodémographiques sur le choix modal ne constitue pas le cœur de notre analyse et ne répond pas directement à notre problématique, nous pensons qu'il est important de présenter rapidement leurs effets avant de concentrer notre attention sur les indicateurs d'accessibilité et de formes urbaines. Le choix des modes doux, alternativement à la voiture particulière, est expliqué par un faible nombre de facteurs socio-démographiques (Figure 3). Il s'agit essentiellement du fait d'être étudiant et de disposer d'un faible niveau de revenu par unité de consommation (Forsyth et al., 2009), ce qui s'explique probablement par le coût associé à l'usage de la voiture. Le non recours à la voiture s'explique également par le fait d'appartenir à un ménage de petite taille, la présence d'enfants augmentant le nombre de déplacements pour motif accompagnement et l'usage de l'automobile. Le type de sortie impacte aussi le choix modal, particulièrement en 2006. Le fait d'effectuer plusieurs

Figure 3. Odds ratios des variables explicatives du choix des modes doux (NS: non-significatif)

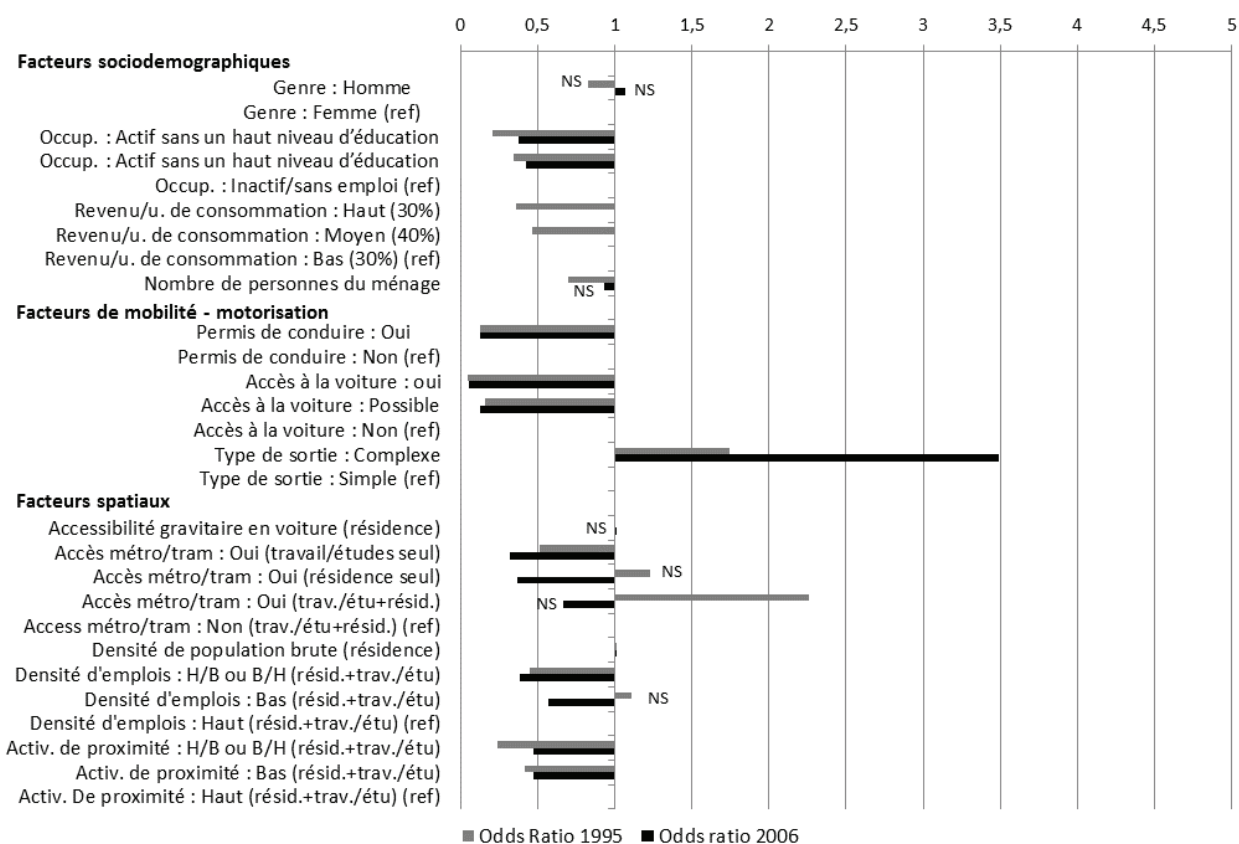


Figure 4. Odds ratios des variables explicatives du choix des transports collectifs (NS: non-significatif)

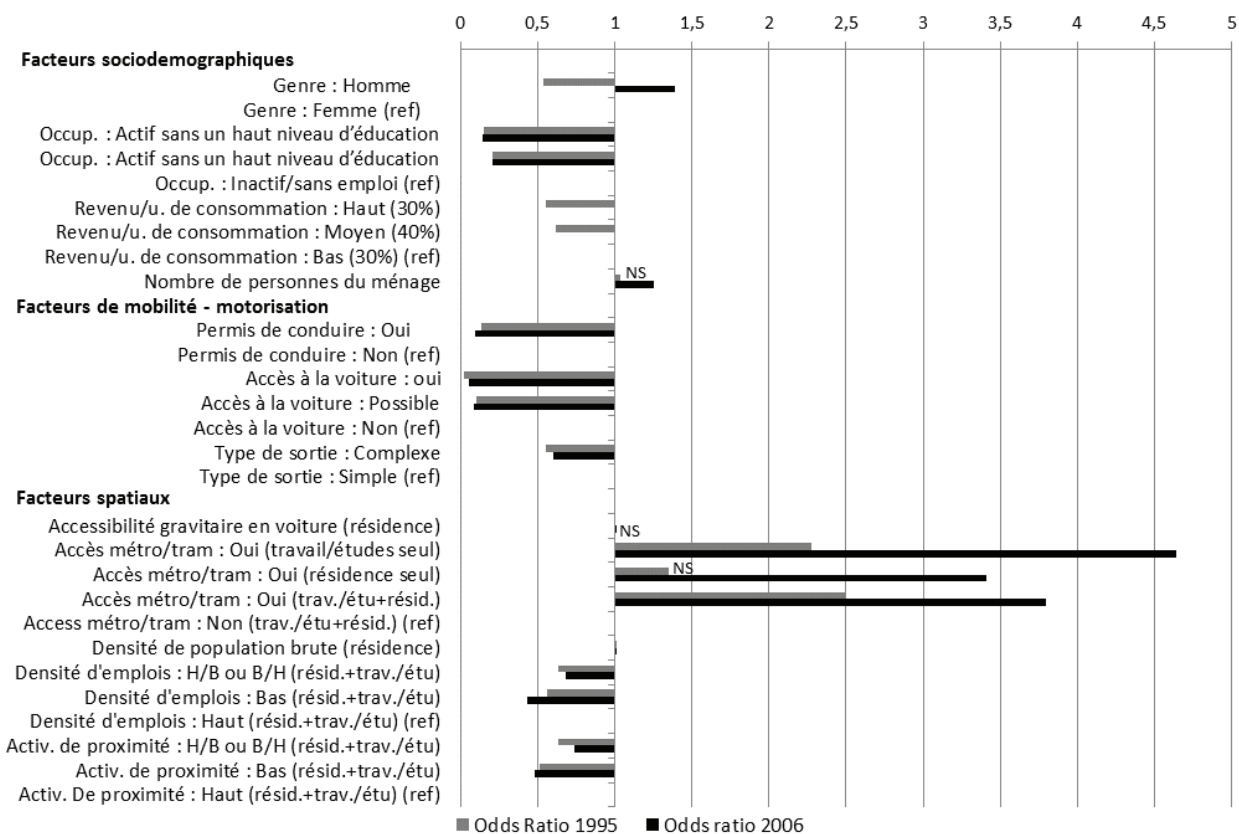


Tableau 7. Effets marginaux (à la valeur moyenne) du modèle logit multinomial

Variables	Modes doux (%)		Transports coll. (%)	
	1995	2006	1995	2006
Variables sociodémographiques				
Genre : Homme	NS	NS	+12.3	-6.7
Genre: Femme (ref)				
Occupation : Actif sans un haut niveau d'éducation	-10.3	NS	-31.3	-34.4
Occupation : Actif avec un haut niveau d'éducation	-6.9	NS	-23.4	-30.9
Occupation : Inactif/sans emploi (ref)				
Revenu (par unité de conso.) : Haut (30%)	-7.7	NS	-6.7	NS
Revenu (par unité de conso.) : Moyen(40%)	-8.4	NS	-8.7	NS
Revenu (par unité de conso.) : Bas (30%) (ref)				
Nombre de personnes du ménage	-4.5	-NS	+2.3	+6
Variables de motorisation				
Permis de conduire : Oui	-15.5	-8.1	-29.5	-35.4
Permis de conduire : Non (ref)				
Accès à la voiture : Oui	-16.2	-15.1	-51.9	-46.2
Accès à la voiture : Possible	-11.6	-11.1	-36.3	-41.7
Accès à la voiture : Non (ref)				
Type de sortie : Complexe	+9.5	+17.4	-14.9	-19.9
Type de sortie : Simple (ref)				
Variables spatiales				
Accessibilité gravitaire en voiture (résidence)	-1.1e-07	-1.5e-07	NS	NS
Accès au métro/tram : Oui (travail/études seulement)	-10.1	-10.3	+21.2	+24.5
Accès au métro/tram : Oui (résidence seulement)	NS	-9.0	NS	+15.0
Accès au métro/tram : Oui (travail/études et résidence)	+5.9	NS	+16.3	+28.2
Accès au métro/tram : Non (travail/études et résidence) (ref)				
Densité de population brute de la zone de résidence	+2.9e-06	+6.9e-06	+5.4e-06	NS
Densité d'emplois : Rés. et travail/études (bas-haut)	-7.8	-9.0	-6.7	NS
Densité d'emplois : Rés. et travail/études (bas)	NS	NS	-12.4	-12.2
Densité d'emplois : Rés. et travail/études (haut) (ref)				
Activités de proximité : Rés. et travail/études (bas-haut)	-15	-5.3	NS	NS
Activités de proximité : Rés. et travail/études (bas)	-7.5	NS	-10.2	-11.4
Activités de proximité : Rés. et travail/études (haut) (ref)				

déplacements domicile-travail/étude au cours de la journée joue en faveur de l'utilisation des modes doux (Ye et al., 2007). Dans notre modèle, la probabilité d'utiliser les modes doux pour se rendre sur son lieu de travail/études est 1,75 fois plus élevée si le répondant effectue quotidiennement plusieurs déplacements domicile-travail/étude (l'impact de ce facteur est deux fois plus élevé en 2006).

L'analyse des déterminants du choix des transports collectifs à la place de la voiture particulière est relativement similaire, même si l'intensité de l'impact des facteurs explicatifs diffère (Figure 4). Si nous regardons les variables socio-démographiques, être une femme ou un étudiant impacte positivement l'utilisation des transports collectifs. Lorsque l'accès à une voiture est possible au sein du ménage, c'est en effet souvent l'homme qui en bénéficie. Cet effet de genre est observé en 1995 seulement, puisque le fait d'être une femme augmente par 2 la probabilité d'utiliser les transports en commun pour se rendre sur son lieu de travail/étude. L'impact du niveau d'occupation sur le choix modal est également fort et relativement stable entre les deux 1995 et 2006. La probabilité de recourir aux transports

collectifs est 5 ou 7 fois plus faible (selon le niveau d'éducation) pour les individus en emploi, comparés à ceux qui sont toujours étudiants.

L'impact du niveau de revenu sur le choix modal n'est significatif que pour l'enquête de 1995 : un plus haut niveau de revenu par unité de consommation du ménage est corrélé avec une plus forte probabilité d'utiliser l'automobile pour se rendre sur son lieu de travail/études. Parmi les jeunes adultes ayant le plus haut niveau de revenu en 1995, la probabilité d'utiliser les modes doux est 8 % plus faible (7 % dans le cas des transports collectifs) que pour ceux avec le plus faible niveau de revenus. Dit autrement, un revenu par unité de consommation du ménage modéré ne permet pas toujours d'utiliser la voiture pour se rendre sur son lieu de travail/étude, probablement à cause des coûts que ce mode de transport implique (Tableau 6). Si l'occupation, associant statut et niveau d'éducation, est le facteur le plus déterminants parmi les facteurs sociodémographiques, l'influence de l'ensemble de ces variables demeure relativement stable pendant la période 1995-2006.

L'usage de la voiture déterminé par les indicateurs de motorisation

Comme nous pouvions nous y attendre, les indicateurs de motorisation (détention du permis de conduire et accès à la voiture particulière) sont les facteurs les plus déterminants de l'usage de la voiture pour les déplacements domicile-travail/étude. Détenir le permis de conduire diminue la probabilité d'utiliser les modes doux par 15,5 % et la probabilité d'utiliser les transports collectifs par 29,5 % pour se rendre sur son lieu de travail /étude en 1995 (vs. respectivement 8 % et 35,5 % en 2006).

L'impact de la détention du permis de conduire est particulièrement important s'il s'accompagne d'une possibilité d'usage de la voiture particulière. Ainsi, ceux qui peuvent accéder à la voiture ont, en 2006, une plus faible probabilité d'utiliser les modes doux (d'environ 12 % si l'accès à la voiture est possible et 15 % si l'accès est certain) ou les transports collectifs (d'environ 36 % si l'accès à la voiture est possible et 52 % si l'accès est certain). Ces effets sont relativement stables entre les deux EMD de 1995 et 2006, tout particulièrement en ce qui concerne les modes doux. Donc, toutes choses égales par ailleurs, être en capacité de conduire et avoir accès à la voiture particulière encourage fortement l'utilisation de cette dernière pour les déplacements domicile travail/étude, que ce soit en 1995 ou en 2006 (Figures 3 et 4). Ainsi, l'hypothèse de découplage entre accès à la motorisation et usage de la voiture et son rôle dans la baisse de la part modale chez les jeunes adultes n'est pas confortée par ces résultats.

Impact confirmé pour la forme urbaine, croissant pour l'accès au transport en commun

Les variables liées à la forme urbaine ont un impact fort et stable sur le choix modal, comme le montrent de précédentes recherches (Sener & Reeder, 2014). Une forte densité de population ou d'emplois dans la zone de résidence encourage l'utilisation de modes doux. Par exemple, en 2006, pour 1 000 habitants supplémentaires dans la zone de résidence, la probabilité d'utiliser des modes doux pour se rendre sur son lieu de travail/étude augmente de 0,7 %, vs. seulement 0,3 % en 1995. Cette densité est souvent corrélée avec un meilleur accès à des voies vertes et à des pistes cyclables, ainsi qu'à des distances domicile travail/étude plus courtes (Levinson et Kumar, 1997), qui autorisent un retour au domicile sur le temps du déjeuner par exemple. Finalement, un grand nombre d'activités de proximité dans la zone de résidence et de travail/étude encourage également l'utilisation des modes doux (Krizek & Johnson, 2006; McDonald & Trowbridge, 2009). Inversement, un faible niveau d'activités de proximité dans la zone de résidence ou de travail/études encourage l'utilisation de la voiture particulière. Avoir un emploi et résider ou travailler/étudier dans des zones faiblement pourvues en activités dites de proximité impacte en effet positivement l'utilisation de la voiture pour les déplacements domicile-travail/étude (Tableau 6). Dans ce cas, la probabilité d'utiliser des modes doux à la place de l'automobile pour se rendre sur son lieu de travail/étude est 4 fois moins élevée (l'impact de ce facteur est deux fois plus important en 2006). Cependant, dans le cas où il y a relativement peu d'activités de proximité, soit dans la zone de résidence, soit dans la zone de travail/étude, le recours aux modes motorisés n'est pas aussi marqué (Figure 3). Cela est tout particulièrement vrai pour les résidents de la périphérie et ceux qui travaillent près de leur domicile.

Les variables spatiales contribuent également à expliquer l'utilisation des transports collectifs comme alternative à la voiture particulière pour les déplacements des jeunes adultes, même si l'intensité de l'impact des facteurs explicatifs diffère (Figure 4). Une forte densité de population dans la zone de résidence encourage l'utilisation de ce mode de transport. Par exemple, en 1995, pour 1 000 habitants sup-

plémentaires dans la zone de résidence, la probabilité d'utiliser les transports collectifs augmente de 0,5 % (l'impact est moins significatif en 2006). Inversement, une faible densité d'emplois dans la zone de résidence ou de travail/étude milite contre l'utilisation de ce mode de transport et cet impact est relativement stable entre 1995 et 2006. Dans notre modèle, la probabilité d'utiliser le réseau de transport en commun dans les déplacements quotidiens domicile-travail/étude est environ 1,5 fois plus faible si la densité d'emploi est faible dans la zone de résidence ou de travail/étude et 2 fois plus faible si la densité d'emplois est faible dans les deux zones à la fois (zone de résidence et zone de travail/étude). Dit autrement, la probabilité d'utiliser les transports collectifs diminue jusqu'à 12 % en 1995 et 2006 si la densité d'emploi est faible dans la zone de travail/étude.

Le nombre d'activités de proximité a également un fort pouvoir explicatif sur le choix des transports en commun. Si les deux zones de résidence et de travail/étude présentent un nombre important d'activités de proximité, alors la priorité est donnée aux transports collectifs pour se rendre sur son lieu de travail/étude. Si l'une des deux zones a un faible nombre d'activités de proximité, alors la voiture particulière est plus souvent choisie. Cet impact est encore plus important si les deux zones ont un faible niveau d'activités de proximité. La probabilité de prendre la voiture (à la place des transports collectifs) pour se rendre sur son lieu de travail/étude est 1,5 fois plus élevée si le nombre d'activités de proximité est faible dans la zone de résidence ou la zone de travail/études et est environ deux fois plus élevée si le nombre d'activités de proximité est faible dans les deux autres (zones de résidence et d'emploi/étude). Les impacts constatés sont du même ordre en 1995 et 2006, puisque sans la présence de ces activités de proximité, la probabilité d'utiliser les transports collectifs diminue d'environ 11 % en 2006, vs. 10 % en 1995.

L'accessibilité gravitaire à l'emploi en voiture particulière n'a pas d'influence sur le recours aux modes alternatifs, à l'exception des modes doux en 2006. La principale explication de cette non significativité réside dans la faible variance de cette accessibilité à l'emploi entre les zones du périmètre restreint de l'EMD 1995 (Figure 1). De plus, les étudiants représentent plus d'un tiers de l'échantillon des jeunes adultes (36 % en 1995 et 38 % en 2006), ce qui peut expliquer la faible influence de l'accessibilité à l'emploi par rapport aux autres variables spatiales. En revanche, l'accès au métro ou au tramway est la variable la plus décisive au regard du choix des transports collectifs au détriment de la voiture (Grimsrud & El-Geneidy, 2014). L'influence de ce facteur a considérablement augmenté entre 1995 et 2006. Si le lieu de résidence et le lieu de travail/étude se trouvent à une distance de 500m d'une station de métro ou tramway, la probabilité d'utiliser les transports en commun augmente de 16 % en 1995 et de 28 % en 2006. L'accès au métro ou au tramway dans la zone de travail/étude impacte plus fortement le choix des transports collectifs que l'accès au métro ou au tramway depuis la zone de résidence de l'individu. La probabilité d'utiliser les transports collectifs est donc 2,3 fois plus importante en 1995, si le campus universitaire ou le lieu de travail est directement connecté à des lignes de métro ou de tramway et l'impact de ce facteur est deux fois plus élevé en 2006. Si nous proposons cet accès, la probabilité d'utiliser les transports en commun augmente de 21 % en 1995 et de 24 % en 2006, en défaveur de la voiture particulière. Cette condition est moins importante lorsqu'il s'agit du lieu de résidence, parce que les jeunes adultes ont une meilleure connaissance de leur zone d'habitation et sont capables de combiner d'autres modes de transport afin d'atteindre une station de métro ou de tramway connectée avec leur lieu de travail/études. Ainsi, la probabilité d'utiliser les transports collectifs pour se rendre sur son lieu de travail/étude est 1,3 fois plus élevée si seule la zone de résidence est directement connectée au réseau de transport public en 1995 (vs. 3,4 en 2006). Les jeunes adultes qui habitent en périphérie de l'agglomération mais travaillent dans le centre ont la possibilité de laisser leur voi-

ture dans des parking relai ou des sites de stationnement gratuits et de prendre le métro ou le tramway pour éviter la congestion et les difficultés de stationnement éventuelles aux abords de leur lieu de travail/étude. Augmenter l'accessibilité au réseau de transport en commun dans les zones à forte densité d'emplois/études semble donc au moins aussi important que de mener cette politique dans les zones de forte densité de population.

CONCLUSION

Dans un contexte de diminution de l'usage de la voiture particulière, notamment dans les grandes aires urbaines, cet article cherche à identifier les facteurs qui déterminent l'abandon de l'automobile par les jeunes adultes, pour les trajets domicile travail/étude. Il s'agit de compléter les travaux existants, en mesurant l'impact de la forme urbaine et de l'accessibilité sur le choix modal, qu'il s'agisse des données spatiales caractérisant la zone de résidence de l'individu ou celles de son lieu de travail/étude. L'analyse se base sur les données des enquêtes ménages déplacements menées dans l'agglomération lyonnaise en 1995 et 2006, enrichies d'indicateurs issus de bases de données géographiques. Trois modes de déplacement, les plus couramment associés aux déplacements domicile-travail/étude, ont été retenus dans les analyses : la voiture particulière, les transports collectifs et les modes doux (marche à pied, vélo). Les résultats des estimations des modèles logit multinomiaux mettent en évidence l'influence des facteurs socio-démographiques au niveau du ménage ou de l'individu. Ainsi, l'occupation, associant statut et niveau d'étude, le genre et le niveau de revenu par unité de consommation ont un impact significatif sur le choix modal des jeunes adultes pour les trajets domicile travail/étude. Ils confirment également le rôle essentiel joué par les variables dites de motorisation (détention du permis de conduire et possession d'une voiture). Si les effets de ces variables sociodémographiques et de motorisation sont très importants sur l'usage la voiture, ils restent relativement stables entre 1995 et 2006.

Par ailleurs, les analyses montrent que les variables spatiales caractéristiques de la zone de résidence des jeunes adultes, ainsi que celles de leur zone de travail/étude ont une influence significative et forte sur le non-usage de la voiture. La probabilité de ne pas conduire pour se rendre sur son lieu de travail/étude dépend davantage de la forme urbaine et de l'accessibilité de la zone où se situe le lieu d'emploi/étude que des caractéristiques de la zone de résidence. La densité d'emplois et les activités de proximité jouent un rôle important, mais l'accès à une station de métro ou de tramway à proximité du lieu de travail/étude a un impact déterminant sur l'utilisation des transports collectifs, au détriment de la voiture particulière. Dans ce cadre, l'impact de la densité de population et du nombre d'activités de proximité dans la zone de résidence des jeunes adultes est plus modéré et plus stable sur le choix modal pour les déplacements domicile-travail/étude, entre 1995 et 2006. Ces évolutions en termes de choix modal observés chez les jeunes adultes sont renforcées par les dynamiques urbaines et plus particulièrement des améliorations en termes d'accessibilité au réseau de transport en commun.

L'objectif de ce papier était d'analyser l'impact de l'accessibilité et de la forme urbaine sur le moindre usage de la voiture en faveur des modes doux et des modes de transport collectif. Les résultats montrent l'importance de prendre en compte les caractéristiques de la zone où les jeunes adultes exercent leur activité professionnelle ou suivent leurs études, lorsqu'il s'agit d'analyser l'impact de la forme urbaine sur le choix modal. Si un campus/zone d'emploi se trouvant en périphérie n'est pas desservi/e en transport en commun, la probabilité d'utiliser la voiture pour un étudiant/actif est très importante

même si sa zone de résidence est desservie par une station de métro ou tramway. Les conclusions de l'analyse empirique questionnent également les pistes d'amélioration de l'accès au réseau de transport en commun. Traditionnellement, les autorités publiques en charge des transports sur l'agglomération cherchent davantage à améliorer l'offre, en se basant sur les caractéristiques des zones de résidence, que sur celles des lieux de travail/étude privilégiés par la population. Afin de réduire l'usage de la voiture en ville, améliorer l'accessibilité des transports collectifs au niveau des zones de travail/étude est au moins aussi important que de mettre en place des actions au niveau du lieu de résidence. Ce papier confirme l'importance de piloter l'étalement urbain, non seulement en tenant compte des lieux de résidence et d'activités, mais surtout en coordonnant les liens entre les lieux de résidence et les lieux de travail/étude dans les documents d'urbanisme.

Enfin, la croissance de l'effet de l'accessibilité au transport en commun sur le non-usage de la voiture chez les jeunes adultes, alors que l'influence des facteurs sociodémographiques et des conditions de mobilité associées à la motorisation demeurent relativement stable, témoignent de l'efficacité des politiques de desserte mises en place pendant la période 1995-2006 sur l'agglomération lyonnaise. Sur le plan de la production de la connaissance, les travaux s'intéressant à la baisse de l'usage de la voiture chez les jeunes générations ne doivent pas sous-estimer l'impact lié à l'évolution de l'offre de transports en commun, à la fois sur les lieux de résidence et sur les lieux d'activités.

REFERENCES

- Ben-Akiva, M., & Bierlaire, M. (1999). "Discrete Choice Methods and Their Applications to Short Term Travel Decisions." In: *Handbook of Transportation Science*. 1985.
- Blumenberg, E., Ralph, K., Smart, M., & Taylor, B. (2016). Who Knows About Kids These Days? Analyzing The Determinants of Youth and Adult Mobility in the U.S. Between 1990 and 2009, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 93: 39-54.
- Bonnel, P., Bouzouina, L., & Monchambert, G. (2013). Croissance urbaine et accessibilité : intérêts et limites de l'approche par les densités dans une perspective de modélisation de l'usage du sol, *Cybergeo*, 642, mis en ligne le 15 avril 2013. DOI : 10.4000/cybergeo.25892
- Bouzouina, L., Nicolas, J-P., & Vanco, F. (2011). Évolution des émissions de CO2 liées aux mobilités quotidiennes : une stabilité en trompe l'œil, *Recherche Transports Sécurité*, 27(2) : 128-139. DOI: 10.1007/s13547-011-0008-2
- Bouzouina, L., Cabrera Delgado, J., & Emmerich, G. (2014). Inégalités d'accessibilité à l'emploi en transport collectif urbain : deux décennies d'évolutions en banlieue lyonnaise, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 1: 33-61.
- CETE de Lyon., INSEE., & SYTRAL. (1995). *Enquête déplacements auprès des ménages de l'agglomération lyonnaise*. Document technique. Lyon.
- CETE de Lyon. (2006). *Enquête ménages déplacements et moyens de communication des ménages « standard CERTU » de l'aire métropolitaine lyonnaise 2005-2006*. Lyon.
- Clark, B., Chatterjee, K., & Melia S. (2016). Changes to Commute Mode: The Role of Life Events, Spatial Context and Environmental Attitude, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 89: 89-105.
- CERTU. (2008). *L'enquête ménages déplacements « standard » : guide méthodologique*. Collections du CERTU. Éditions du CERTU. Lyon.

- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity and Design". *Transportation research. Part D, Transport and environment*, 2(3): 199–219.
- Cervero, R., & Murakami, J. (2010). Effects of Built Environments on Vehicle Miles Traveled: Evidence from 370 US Urbanized Areas, *Environment and Planning A*, 42 (2): 400– 418.
- Dargay, J., & Hanly, M. (2007). Volatility of Car Ownership, Commuting Mode and Time in the UK, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(10): 934–948.
- Delbosc, A., & Currie, G. (2013). Causes of Youth Licensing Decline: A Synthesis of Evidence, *Transport Reviews*, 33(3): 271-290.
- Delbosc, A., & Currie G. (2014). Changing Demographics and Young Adult Driver License Decline in Melbourne, Australia (1994-2009), *Transportation*, 41(3): 529-542.
- Delbosc, A. (2017). Delay or Forgo? A Closer Look at Youth Driver Licensing Trends in the United States and Australia, *Transportation*, 44(5): 919–926.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. A Meta Analysis, *Journal of the American planning association*, 76 (3): 265-294.
- Forsyth, A., Oakes, J.M., Lee, B., & Schmitz, K.H. (2009). The Built Environment, Walking, and Physical Activity: Is the Environment More Important to Some People than Others?, *Transportation research. Part D, Transport and environment*, 14: 42-49.
- Geyik, M., & Bonnel, P. (2016). *Évolution de l'usage des modes de transport – Analyse des facteurs explicatifs: Application à l'agglomération lyonnaise*. Projet EvolMob: rapport final pour le Predit. LAET.
- Grimsrud, M., & El-Geneidy, A. (2014). Transit to Eternal Youth: Life-cycle and Generational Trends in Greater Montreal Public Transport Mode Share, *Transportation*, 41: 1-19.
- Goodwin, Ph., & Van Dender K. (2013). "Peak Car" Themes and Issues, *Transport Reviews*, 33(3): 243-254.
- Grimal, R, Collet, R., & Madre, J-L. (2013). Is the Stagnation of Individual Car Travel a General Phenomenon in France? A Time-Series Analysis by Zone of Residence and Standard of Living, *Transport Reviews*, 33(3): 291-309.
- Hjorthol, R. (2008). The Mobile Phone as a Tool in Family Life: Impact on Planning of Everyday Activities and Car Use, *Transport Reviews*, 28 (3): 303–320.
- Hjorthol, R. (2016). Decreasing Popularity of the Car? Changes in Driving Licence and Access to a Car Among Young Adults over a 25-year Period in Norway, *Journal of Transport Geography*, 51: 140–146.
- Kockelman, K.M. (1997). Travel Behavior as a Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from the San Francisco Bay Area, *Transportation research record*, 1607: 117-125.
- Krizek, K.J. & Johnson, P.J. (2006). Proximity to Trails and Retail: Effects on Urban Cycling and Walking, *Journal of the American planning association*, 72(1): 33-42
- Kuhnimhof, T., Armoogum, J., Buehler, R., Dargay, J., Denstadli, J-M., & Yamamoto, T. (2012a). Men Shape a Downward Trend in Car Use Among Young Adults. Evidence from Six Industrialized Countries, *Transport Reviews*, 32: 761-779.
- Kuhnimhof, T., Buehler, R, Wirtz, M., & Kalinowska, D. (2012b). Travel Trends Among Young Adults in Germany: Increasing Multimodality and Declining Car Use for Men". *Journal of Transport Geography*, 24: 443–450.
- Kuhnimhof, T., Zumkeller, D., & Chlond, B. (2013). Who Made Peak Car, and How? A Breakdown of Trends Over Four Decades in Four Countries, *Transport Reviews*, 33(3): 325-342.
- Larsen, J., Axhausen, K.W., & Urry, J. (2006). Geographies of Social Networks: Meetings, Travel and Communications Amongst Youngish People, *Mobilities*, 1(2): 261-283.
- Le Vine, S., Jones, P., Lee-Gosselin, M. & Polak, J. (2014). Is Heightened Environmental-Sensitivity Responsible for the Drop in Young Adults' Driving-Licence-Acquisition Rates?, *Transportation research record*, 2465 (1): 73-78.
- Le Vine S., Jones P., & Polak J. (2013). The Contribution of Benefit-in-Kind Taxation Policy in Britain to the 'Peak Car' Phenomenon, *Transport Reviews*, 33(5): 526-547.
- Levinson, D.M., & Kumar, A. (1997). Density and the Journey to Work, *Growth and Change*, 28: 147-172.
- Licaj, I., Haddak, M., Pochet, P., & Chiron, M. (2012). Individual and Contextual Socioeconomic Disadvantages and Car Driving Between 16 and 24 Years of Age: A Multilevel Study in the Rhône Département (France), *Journal of Transport Geography* 22: 19–27.
- McDonald, N.C. (2015). Are Millennials Really the "Go-Nowhere" Generation?, *Journal of the American planning association*, 81(2): 90–103.
- McDonald, N.C. & Trowbridge, M. (2009). Does the Built Environment Affect When American Teens Become Drivers? Evidence from the 2001 National Household Travel Survey, *Journal of Safety Research*, 40: 177–183.
- Metz, D. Peak (2013). Car and Beyond: The Fourth Era of Travel, *Transport Reviews*, 33(3): 255–270.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2011). "Peak car use": Understanding the Demise of Automobile Dependence, *World Transport Policy & Practice*, 17(2): 31–42.
- Oakil, A., Ettema, D., Arentze, T., & Timmermans, H. (2014). Changing Household Car Ownership Level and Life Cycle Events: An Action in Anticipation or An Action on Occurrence, *Transportation*, 41: 889–904.
- Oakil A., Manting D., & Nijland H. (2016). Determinants of Car Ownership Among Young Households in the Netherlands: The role of Urbanisation and Demographic and Economic Characteristics, *Journal of Transport Geography*, 51: 229–235.
- Pantieri, Y., Pochet, P., Bonnel, P., & Bouzouina, L. (2014). *Evolution de l'usage de la voiture particulière. Analyse des enquêtes ménages déplacements lyonnaises de 1995 et 2006*. Projet EvolMob: rapport intermédiaire pour le Predit. LET.
- Pouyanne, G. (2005). Urban Form and Travel Patterns: An Application To the Metropolitan Area of Bordeaux, *Canadian Journal of Regional Science*, 28(1): 19-48.
- Prillwitz, J., Harms, S., & Lanzendorf, M. (2006). Impact of Life-Course Events on Car Ownership, *Transportation research record*, 1985: 71-77.
- Ralph, K., Turley Voulgaris, C., Taylor, B., Blumenberg, E., & Brown, A. (2016). Millennials, Built Form, and Travel Insights from a Nationwide Typology of U.S. Neighborhoods, *Journal of Transport Geography*, 57: 218-226.
- Scheiner, J., & Holz-Rau, C. (2013). Changes in Travel Mode Choice After Residential Relocation: A Contribution to Mobility Biographies, *Transportation*, 40(2): 431–458.
- Sener, I., Reeder, P. (2014) An Integrated Analysis of Workers' Physically Active Activity and Active Travel Choice Behavior". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 67: 381-393.

Sytral. (2016). « Premiers résultats de l'enquête déplacements sur le territoire de la métropole de Lyon ». Dossier de presse, 16.

Ye, X., Pendyala, R.M., & Gottardi, G. (2007). An exploration of the relationship between mode choice and complexity of trip chaining patterns, *Transportation Research Part B: Methodological*, 41: 96–113.