HAL
open science

Évolution de l'usage des modes de transport - Analyse des facteurs explicatifs : application à l'agglomération lyonnaise

Mirkan Geyik, Patrick Bonnel

To cite this version:

Mirkan Geyik, Patrick Bonnel. Évolution de l'usage des modes de transport - Analyse des facteurs explicatifs : application à l'agglomération lyonnaise. [Rapport de recherche] Rapport final de convention de subvention 13-MT-G06-1-CVS-001 – 2013, ENTPE; LET. 2016, pp.81. halshs-01685748

HAL Id: halshs-01685748

https://shs.hal.science/halshs-01685748v1

Submitted on 16 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EVOLUTION DE L'USAGE DES MODES DE TRANSPORT

Analyse des facteurs explicatifs : Application à l'agglomération lyonnaise

Mirkan GEYIK
Patrick BONNEL

Laboratoire Aménagement Economie Transports
ENTPE, Université de Lyon, CNRS

22 décembre 2016

PREDIT groupe 06
Projet **EVOLMOB** Analyse des facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine
Rapport final de convention de subvention
13-MT-G06-1-CVS-001 – 2013
Programme **« Crise, évolution des modes de vies, mobilité et politiques de transport »**

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6
CHAPITRE I : INTRODUCTION 8
1. Objectif du projet de recherche 8
2. Positionnement du projet 9
3. Les déterminants de l'usage des modes de transport 10
4. Méthodologie 12
CHAPITRE II : Méthode de décomposition des effets 14
1- Méthode de décomposition des effets (Bonnel, Gabet, 1999) 14
2- Données et zonage 18
3- Formulation et préparation des variables 23
4- Calage du modèle 32
5- Résultats de l'application de la méthode de décomposition des effets 35
CHAPITRE III : L'impact de l'évolution de la structure sociodémographique 39
1- Méthodologie 39
2- Impact sur le partage modal de l'évolution de la structure sociodémographique de la population lyonnaise 42
3- Etude de l'impact de chaque variable dans la mobilité 47
4. Conclusion du chapitre 53
CHAPITRE IV : Conclusion générale : des évolutions modales partiellement expliquées par les variables usuelles 54
Annexe 1 : Estimation des effets doubles, triples et quadruple 59
Annexe 2 : Arbre de segmentation de la population 1985 63
Annexe 3 : Arbre de segmentation de la population 1995 65
Annexe 4 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 1985 67
Annexe 5 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 1985 68
Annexe 6 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 1995 69
Annexe 7 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 1995 70
Annexe 8 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 2006 71
Annexe 9 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 2006 72
Bibliographie 73
Résumé 80

Liste des figures

Figure 1 Délimitation des périmètres 1985, 1995, 2006 de l'EMD (*Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006)*..... 18
Figure 2 Découpage en zone fine du périmètre de l'EMD de Lyon 1985 (à gauche) et de 1995 (à droite). Source : EMD Lyon 1985, 1995..... 19
Figure 3 Découpage en secteur de tirage du périmètre de l'EMD de Lyon 1985 (à gauche) et de 1995 (à droite). Source : EMD Lyon 1985, 1995..... 20
Figure 4 Découpage en zones fines (à gauche) et en secteur de tirage (à droite) du périmètre de l'EMD de Lyon 2006. Source : EMD Lyon 2006..... 20
Figure 5 Exemple de construction de la matrice de passage entre découpages différents..... 21
Figure 6 Nombre de ménages par zone fine de l'enquête ménages déplacements de 2006. Source : EMD06..... 22
Figure 7 Découpage en 7 zones du périmètre de l'EMD..... 23
Figure 8 Evolution de 1985 à 2006 de la localisation des ménages selon la zone de résidence dans l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006. 24
Figure 9 Evolution de 1985 à 2006 de la localisation des personnes selon la zone de résidence dans l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006. 25
Figure 10 Evolution de 1985 à 2006 de la motorisation des ménages selon la zone de résidence à Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006..... 26
Figure 11 Evolution de 1985 à 2006 de la motorisation des personnes selon la zone de résidence à Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006..... 26
Figure 12 Evolution de la part VP pour les déplacements (TC+VP) ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006..... 27
Figure 13 Evolution entre 1985 et 2006 des temps généralisés VP des déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006, SIMBAD..... 28
Figure 14 Evolution de la part TC pour les déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006..... 29
Figure 15 Evolution entre 1985 et 2006 du nombre de déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 2006..... 29
Figure 16 Evolution entre 1985 et 2006 des temps généralisés TC des déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006..... 30
Figure 17 Résultats de la régression linéaire réalisée avec R pour le périmètre 85 avec les Origines/destinations de 1985, 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95, 06..... 34
Figure 18 Résultats de la régression linéaire réalisée avec R pour le périmètre 85 avec les Origines/destinations de 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95, 06..... 34
Figure 19 Résultats de la régression linéaire réalisée avec R pour le périmètre 95 avec les Origines/destinations de 1995 et 2006. Source : EMD, 95, 06..... 35

Liste des tableaux

Tableau 1 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1985 et 1995 et entre l'évolution de variables de 1985 à 1995, sur le périmètre 1985. Source : EMD 85, EMD 95 31
Tableau 2 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1985 et 2006 et entre l'évolution de variables de 1985 à 2006, sur le périmètre 1985. Source : EMD 85, EMD 06 31
Tableau 3 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1995 et 2006 et entre l'évolution de variables de 1995 à 2006, sur le périmètre 1985. Source : EMD 95, EMD 06 32
Tableau 4 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1995 et 2006 et entre l'évolution de variables de 1995 à 2006, sur le périmètre 1995. Source : EMD 95, EMD 06 32
Tableau 5 Résultats de la méthode de décomposition des effets. Effets simples calculés sur le périmètre de l'EMD 85. Source : EMD 85, 95, 06 35
Tableau 6 Résultats de la méthode de décomposition des effets. Effets simples calculés sur le périmètre de l'EMD 85. Source : EMD 85, 95, 06 36
Tableau 7 Variables explicatives de l'arbre CHAID. Source : EMD 85, 95, 06 41
Tableau 8 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 1995 sur les parts modales et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 1995. Source : EMD 85, 95 43
Tableau 9 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 1995 sur le nombre de déplacements par mode et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 1995. Source : EMD 85, 95 43
Tableau 10 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1995 et 2006 sur les parts modales et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95, 06 44
Tableau 11 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1995 et 2006 sur le nombre de déplacements par mode et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95 et 06 45
Tableau 12 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 2006 sur les parts modales et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 2006. Source : EMD 85, 06 46
Tableau 13 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 2006 sur le nombre de déplacements par mode et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 2006. Source : EMD 85, 06 46
Tableau 14 Evolution en pourcentage de la répartition des variables de segmentation entre 1985/1995, 1995/2006 et 1985/2006. Source : EMD Lyon 1985, 1995 et 2006 49
Tableau 15 Effet de chaque variable sur les parts modales de TC, Mode lents et VP entre 1985 et 1995. Source : EMD Lyon 1985, 1995 50
Tableau 16 Effet de chaque variable sur les parts modales de TC, Mode lents et VP entre 1995 et 2006. Source : EMD Lyon 1995, 2006 51
Tableau 17 Effet de chaque variable sur les parts modales de TC, Mode lents et VP entre 1985 et 2006. Source : EMD Lyon 1985, 2006 52

Liste des abbréviations

B : variable binaire de stationnement
D : variable « Densité »
E(x) : effet simple de la variable x
EMD : enquête ménages déplacements
L : variable « localisations »
l_{ij} *: Flux de l'origine/destination ij*
M : variable « motorisation »
O/D : origine/destination
P_{ij} *: part de marché élémentaire de l'origine-destination ij*
P_{TC} *: part de marché des transports collectifs sur l'ensemble de l'aire d'étude*
P85 : périmètre de l'enquête ménages déplacement 1985
P95 : périmètre de l'enquête ménages déplacement 1995
R : variable « autres facteurs »
TC : transports collectifs
VP : voiture particulière

AVANT-PROPOS

Ce travail a été initié dans le cadre d'un travail de fin d'études par Yahya DAKHLI et complété par Mirkan GEYIK sous la responsabilité de Patrick BONNEL au sein du Laboratoire Aménagement Economie Transports. Nous remercions le Sytral pour la mise à disposition des données de l'Enquête Ménages Déplacements de Lyon 1985, 1995 et 2006.

Il fait suite aux rapports précédents produits dans le cadre du Projet « EVOLMOB Analyse des facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine » financé par le PREDIT groupe 06, Programme « Crise, évolution des modes de vies, mobilité et politiques de transport » :

- Méthodologie et mise en œuvre de la mise en cohérence des données : Redressement des enquêtes ménages déplacements par la méthode du calage sur marges - Application à l'agglomération lyonnaise 1985-1995-2006, TOUGHRAI Tarik, BONNEL Patrick, BOUZOUINA Louafi, PASCAL Léa, 2014 ;
- Evolution de l'usage de la voiture particulière - Analyse des enquêtes ménages déplacements lyonnaises de 1995 et 2006, Yohann PANTIERI, Pascal POCHET, Patrick BONNEL, Louafi BOUZOUINA, 2014.

Par ailleurs, dans le cadre d'un projet connexe financé par le Forum des vies mobiles, les rapports suivant ont été produits qui alimentent l'ensemble des travaux conduits dans ce programme du PREDIT :

- Licaj I., Pochet P., Bonnel P., Bouzouina L., Ortar N., Vincent S. (2014), *Les jeunes adultes et la voiture. Analyse des enquêtes ménages déplacements de la région grenobloise de 2002 et 2010*, projet EvolMob, rapport d'étape pour le Forum Vies Mobiles, LET, dec., 84 p ;
- Ortar N, Boudreau J-A, Vincent-Geslin S, Ribeiro C, Bonnel P, Morency C, Pochet P, Bouzouina L, Martin T, Verreault H, Licaj I (2015), *Évolutions des pratiques de mobilité et du rapport à l'automobile chez les jeunes. Une comparaison Lyon-Montréal*, rapport final de recherche Laboratoire d'Économie et d'Aménagement des Transports, Laboratoire Vespa, Polytechnique Montréal pour le compte du Forum des Vies Mobiles, 219 p.

Le projet de recherche a par ailleurs donné lieu à plusieurs publications qui s'intègrent tout à la fois dans le présent projet et dans le projet connexe financé par le Forum des vies Mobiles :

Bonnel P (2013), Evolution de la mobilité urbaine, communication au séminaire du Think Tank LUTB « *Evolutions des mobilités urbaines : Quels enjeux ?* », ENTPE.

Bonnel P, Bouzouina L, Pascal L, Toughraï T (2016), Redressement des EMD : quelques éléments de méthodologie, Application aux EMD lyonnaises de 1985, 1995, 2006, in *Groupes de travail RST sur l'analyse de la mobilité urbaine et le redressement des enquêtes ménages-déplacements*, CEREMA, 20 mai 2016

Bonnel P, Louafi Bouzouina, Léa Pascal, Tarik Toughraï (2014), Proposition d'une méthodologie de redressement des EMD, Application aux EMD lyonnaises de 1985, 1995, 2006 , in *Groupe de travail RST sur les méthodes d'enquêtes, leur redressement et l'analyse de la mobilité urbaine*, CEREMA, Lyon, 7-9 avril 2014

Bonnel P, Pochet P, Bayart C, Bouzouina L (2015), *Les jeune et la voiture, évolutions récentes à travers les EMD de Grenoble et de Lyon* Présentation à la réunion du conseil scientifique de la Chaire "Mobilité" de l'école Polytechnique de Montréal, 26-27 mai 2015 (invitation de P Bonnel en tant que membre du conseil scientifique de la Chaire « Mobilité »)

Bouzouina L, Bayart C, Bonnel P, Pochet P (2015), L'accès des jeunes adultes au permis de conduire Quels facteurs explicatifs ? Analyse comparée des EMD de Lyon 1995 et 2006, *52ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF)*, Montpellier, 7-9 juillet 2015.

Cabrera Delgado J, Bonnel P (2014), Forecasting capabilities of a micro-simulation method for trip generation, *Transport research arena*, Paris, 14-17 avril 2014, 10 p.

Ortar N, Bonnel P, Morency C, Boudreau J-A, Vincent-Geslin S, Ribeiro C, Pochet P, Bouzouina L, Licaj I, Martin T, Verreault H, Bourdeau J-S (2016), *Évolutions des pratiques de mobilité et du rapport à l'automobile chez les jeunes. Une comparaison Lyon-Montréal*, Présentation comité scientifique Forum des Vies Mobiles, 20 avril 2016

Ortar, N., Ribeiro, C., Vincent-Geslin, S., Boudreau, J.A., Pochet, P., Morency, C., Bonnel, P., « Les jeunes dans le *move* : actualité de leurs déplacements, une enquête comparative Lyon Montréal », *Évolution des modes de vie urbains, nouveaux comportements : Quelles tendances ? Quelles attentes ? Quelles innovations ?, 4èmes Rencontre LPA*, Musée des confluences, Lyon, 30 novembre 2015.

Pitout N. (2014), *Evolution de la mobilité domicile-travail des actifs dans les aires urbaines de Lyon et Grenoble (2006-2010)*, Travail de Fin d'Etudes de l'ENTPE, juin, 60 p.

Pochet P., Bonnel P., Bouzouina L. (2014), EvolMob - Analyse des facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine, *Atelier thématique Cerema, Demande de transport : méthodes de recueil, analyses et prospective*, Paris La Défense, 17 dec

Pochet P., Bonnel P., Bouzouina L., Joly I., Morency C. (2013), EvolMob - Analyse des facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine, *Séminaire du Predit GO6 "Crise, évolution des modes de vie, mobilité et politiques de transport"*, Paris, 6 nov.

Pochet P, Bonnel P, Ortar N, Bouzouina L, Vincent S, Licaj I, Bayart C (2015), Les jeunes adultes et la voiture, évolutions récentes à travers les EMD de Grenoble et de Lyon, présentation au *Club EMD*, AURG, Grenoble, 17 sept.

Pochet P., Nicolas J.-P. (2015), Qu'y a-t-il derrière le peak car ? Analyse des évolutions récentes de l'utilisation de la voiture, *Séminaire du Pôle LUTB « e-vasion »*, Vaulx-en-Velin, 19 nov.

Vincent-Geslin S, Pochet P, Ortar N, Bonnel P, Bouzouina L (2015), Je t'aime… moi non plus. Quels changements dans le rapport des jeunes Lyonnais à l'automobile ? *14ème Colloque MSFS. Mobilités en changement, changements par les mobilités*, Lyon, 5-6 nov. 2015

Vincent-Geslin S, Pochet P, Ortar N, Bonnel P, Bouzouina L (2016), Je t'aime… moi non plus. Quels changements dans le rapport des jeunes Lyonnais à l'automobile ?, article soumis à la revue *Espace-Temps* accepté, en attente de publication.

Vincent S., Pochet P., Ortar N., Bonnel P., Bouzouina L. (2016), Pratiques multimodales et changements de mobilité chez les jeunes adultes, *Entretiens Jacques Cartier, Vers une mobilité « sans couture » dans la ville ? Multimodalité et intermodalité, quelles innovations en France et au Québec ?*, Lyon, 22-23 nov.

Vincent-Geslin S, Pochet P, Ortar N, Bonnel P, Bouzouina L (2016), *Le changement, c'est maintenant ? Evolution du rapport à l'automobile des jeunes Lyonnais*, présentation dans le cadre des petits dej' du CEREMA, Lyon, 13 mai 2016

CHAPITRE I : INTRODUCTION

1. Objectif du projet de recherche

Depuis quelques années, on observe une évolution, voire un renversement de tendance en ce qui concerne les indicateurs de mobilité urbaine. L'observation des tendances sur la longue durée dans la plupart des pays de l'OCDE met en évidence une croissance quasi continue de l'usage de la voiture jusqu'à la fin du 20e siècle, quels que soient les indicateurs retenus pour la mesurer. Pourtant, depuis quelques années, tant les enquêtes ménages déplacements françaises que les enquêtes Origine-Destination canadiennes montrent une stabilisation ou une baisse du poids de la voiture dans la mobilité urbaine. L'importance de l'évolution dépend toutefois de l'indicateur retenu pour mesurer la mobilité automobile (nombre de déplacements, nombre de sorties, temps ou distance quotidienne de déplacement…). Elle varie également en fonction du territoire étudié. On observe ainsi une baisse de près de 15% du nombre de déplacements en voiture par personne entre 1995 et 2006 à Lyon qui s'est prolongée avec une nouvelle baisse similaire entre 2006 et 2015 et même de plus de 20% à Strasbourg, mais une stabilité à Toulon entre 1998 et 2008 (http://www.territoires-ville.cerema.fr/emd-edgt-edvm-plus-de-150-enquetes-realisees-a246.html tableaux des Enquêtes ménages déplacements).

L'analyse de la littérature permet d'avancer de nombreux facteurs explicatifs. Il est toutefois difficile d'identifier simplement la contribution de chacun de ces facteurs. Il n'est d'ailleurs pas certain qu'ils aient toujours le sens attendu ou tout au moins l'amplitude qu'on leur prête. Prenons l'exemple de la congestion. Il est communément admis que la congestion augmente dans les villes. Certains indicateurs sont là pour l'attester comme le nombre d'heures perdues dans les embouteillages, la longueur des bouchons, la vitesse sur certains axes. Et pourtant, à Lyon, la vitesse moyenne d'un déplacement automobile est supérieure en 2006 par rapport à 1976. Elle était de 10,5 km/h pour les déplacements internes au périmètre de 1976 (périmètre plus restreint que le Grand Lyon) et 11,2 km/h en 2006 sur le même périmètre et elle a presque doublé si l'on considère le périmètre de l'enquête ménages déplacements de 2006 (19,7 km/h). Certes ce « paradoxe » apparent est en grande partie lié à l'étalement urbain, à la périphérisation des flux, aux évolutions modales…. Mais il montre que les choses ne sont pas aussi simples et que le choix des indicateurs de mesure, de la méthode de mesure et du territoire d'étude peut conduire à des résultats ou des interprétations contradictoires.
De plus, les principaux facteurs qui ont fait la force de l'automobile restent présents, même si comme nous le verrons dans ce rapport leur rôle a tendance à s'atténuer : étalement urbain, croissance de la motorisation, vitesse relative des modes de transport, facilité d'usage… Les forces ayant conduit à la croissance de l'usage de la voiture ont-elles épuisé leur effet ? Est-ce qu'elles sont contrebalancées par d'autres évolutions liées à des changements de modes de vie ou de comportements ? Seule une analyse de l'impact de chacun de ces facteurs dans le passé et sur une période suffisamment longue et une analyse de leurs perspectives d'évolutions est de nature à nous apporter des éléments pour simuler des futurs possibles. Ces analyses se heurtent toutefois à la forte corrélation présente entre ces dimensions, à l'impossibilité de construire des plans d'expérience toutes choses égales par ailleurs. Pour tenter de faire face à ces difficultés méthodologiques, nous proposons de combiner deux approches en les appliquant sur le territoire de l'agglomération lyonnaise.

L'objectif du projet est d'identifier les principaux facteurs explicatifs de ces évolutions, puis de quantifier leur importance. Cette analyse permettra d'approfondir la connaissance des

déterminants de l'usage de la voiture et de son évolution. Elle permettra aussi d'identifier quelle est la part des évolutions observées qui est due aux facteurs habituellement pris en compte dans la modélisation à travers la localisation, la motorisation, l'offre de transport et les principaux déterminants sociodémographiques. Implicitement, cela permettra aussi en creux de s'interroger sur la part des évolutions modales non expliquée par les déterminants usuels et qui est donc liée à d'autres dimensions non ou mal prises en compte dans la modélisation usuelle des choix modaux. Le projet de recherche apporte ainsi des éléments de réflexion face aux enjeux multiples qui découlent de la mobilité urbaine qu'ils soient économiques, environnementaux ou sociaux.

2. Positionnement du projet

Le projet proposé vise à quantifier la contribution des principaux facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine. Cet objectif doit faire face à plusieurs difficultés méthodologiques :

- la plupart des facteurs sont corrélés entre eux. Il convient donc de développer des méthodes permettant de réduire ces corrélations ou de les identifier, les mesurer et les intégrer à l'analyse ;
- les enquêtes urbaines sont réalisées avec des périodicités variables, mais qui conduisent dans tous les cas à un nombre d'observations limité ne permettant pas de mettre en œuvre des méthodes économétriques sur série chronologique, ni d'analyses longitudinales du type panel pur ;
- la comparaison des données dans le temps pose la question des territoires d'enquête. Le travail sur un territoire constant ne permet pas de s'assurer d'une neutralisation des dimensions spatiales car la péri-urbanisation entraîne une évolution du périmètre de l'agglomération (Bouzouina et al, 2011). A l'inverse, si l'analyse sur un territoire évolutif permet de prendre en compte les problématiques d'étalement urbain, elle conduit également à englober de nouvelles populations. Aucune des solutions n'étant complètement satisfaisante, le travail devra être conduit sur plusieurs territoires différents ;

Face à ces difficultés méthodologiques, nous proposons de combiner deux approches :

- méthode de décomposition des effets. Cette méthode a été utilisée avec succès à plusieurs reprises dans le passé, pour une analyse rétrospective de l'accès à l'automobile et de son usage par les personnes âgées (Pochet, 1995), pour une analyse des déterminants de l'évolution de la part de marché des transports collectifs (Bonnel et Gabet, 1999), travail repris récemment dans le cadre d'une collaboration entre le LAET et l'Ecole Polytechnique de Montréal (Joly et al., 2009), pour une analyse des impacts des principaux facteurs jouant dans les émissions de CO2 (Bouzouina et al., 2010) ;
- méthode de segmentation. Cette méthode a été développée dans le cadre du projet SIMBAD (Nicolas et al., 2009). Elle combine des méthodes d'analyses multidimensionnelles des données permettant de segmenter la population relativement à certaines caractéristiques socio-démographiques explicatives de la mobilité quotidienne des individus ou des ménages, avec des techniques de microsimulation aléatoire. Son application permet de prendre en compte, et donc de quantifier, les principaux effets liés à l'évolution de la structure socio-démo-économique de la population sur les volumes de déplacements (Gitton, 2006). Une approche similaire a été développée au sein du GRT de Namur (Gusbin et al., 2007).

L'application de ces méthodes a été précédée d'un travail de mise en forme des données et de redressement des données des trois enquêtes ménages déplacements afin de disposer de données représentatives des territoires étudiés et construites de manière complètement

cohérente entre les trois enquêtes (Toughrai et al., 2014), ainsi que d'une analyse plus « classique » de la mobilité afin de mettre en évidence les principaux facteurs explicatifs de la mobilité et de son évolution (Pantieri et al., 2014).

3. Les déterminants de l'usage des modes de transport

Une littérature très abondante existe autour des questions de déterminants des comportements de mobilité, les contributions étant généralement ciblées sur la mesure d'un indicateur particulier ou l'étude de quelques variables déterminantes. Il est possible de classer ces contributions selon trois grands axes : l'étude des changements démographiques, l'évolution socio-économiques et l'impact des localisations.

3.1. Changements démographiques

Le vieillissement de la population et l'évolution de la composition démographique des populations font l'objet de différentes analyses, notamment dans le domaine des comportements individuels et des nouveaux besoins de mobilité. Ces changements démographiques affectent les patrons globaux de mobilité puisque les comportements changent avec l'âge, ainsi qu'avec le renouvellement des générations ou cohortes (Morency et Chapleau, 2008 ; Pochet, 2003 ; Pochet et Corget, 2010 ; Gusbin et al., 2007 ; Mercado et Paez, 2009 ; Paez et al., 2007 ; Scott et al., 2009 ; Castaigne et al., 2003). De façon similaire, la possession automobile et de permis de conduire suit les mêmes tendances avec une augmentation pour les cohortes plus âgées (Alsnih et al, 2003) et une démotorisation qui reste marginale avant l'âge de 80 ans (Pochet, 2003 ; Hjorthol, 2010). À l'autre extrémité de la pyramide des âges, Kuhnimhof et al. (2012) et Kaufmann et al. (2010) font état d'une baisse de la dépendance automobile pour les cohortes de jeunes adultes en Allemagne, en Grande-Bretagne et en France, laissant présager des changements comportementaux lors du remplacement des générations à l'inverse de ce que l'on a pu observer dans le passé pour les personnes âgées.

3.2. Socio-économie

L'analyse de la socio-économie comme facteur corrélé aux comportements de mobilité est aussi abondante dans la littérature internationale. Typiquement, les recherches visent à mieux comprendre la propension d'une personne à adopter ou à changer de comportement selon différentes caractéristiques. L'incidence de nombreuses caractéristiques socio-économiques sur les comportements de mobilité a été étudiée, avec entre autres, le genre, l'âge, le statut de la personne, la taille et la composition du ménage… par des auteurs comme (Valiquette, 2010 ; Morency et Kestens, 2007). Les évolutions de mobilité apparaissent particulièrement sensibles lors des changements dans le cycle de vie et dans la composition du ménage (Oakil et al., 2014).

3.3. Localisation résidentielle et des activités

L'influence de la localisation spatiale et de la forme urbaine des lieux de domicile des individus et des lieux d'activités a été étudiée par plusieurs auteurs, avec une plus grande attention portée sur la localisation résidentielle. La majorité des auteurs s'accordent pour dire que la localisation résidentielle a un effet sur les comportements tout en soulignant la corrélation avec les dimensions socio-économiques comme la motorisation ou la composition du ménage par exemple (Morency et Chapleau, 2003 ; Pitombo et al., 2011 ; Bhat et Guo, 2007 ; Bhat et al., 2009…).

3.4. Synthèse de la littérature

L'étude de l'évolution des tendances de mobilité des individus est donc affectée par des changements qui surviennent dans la composition démographique, les caractéristiques socio-

économiques et la localisation résidentielle. La quantification de l'importance de ces facteurs permettra de mieux saisir la vraie nature des tendances observées. Toutefois si les recherches sur la mobilité sont nombreuses, relativement peu étudient les évolutions des mobilités ou du choix modal. Kitamura et al. (1992) ont comparé les mobilités et les durées de déplacements et d'activités sur la base d'enquêtes nationales sur les emplois du temps au Pays-Bas (1985) et en Californie (1988). Timmermans et al. (2002) ont comparé les mobilités urbaines de plusieurs villes des Pays-Bas, Angleterre, USA, Canada et Japon, à l'aide de segmentation des formes urbaines et des qualités de l'offre de système de transport. Quelques travaux, comme ceux de Levinson et son équipe ont comparé les mobilités urbaines aux Etats-Unis à plusieurs dates à partir de la base américaine NPTS (Nationwide Personal Transportation Survey, 1954, 1966, 1990) et des données des aires métropolitaines de Washington (1968, 1988, 1994) et des Twin-Cities (1990-2000) (Kumar et Levinson, 1995 ; Levinson et Kumar, 1995 ; Levinson et al., 2003). Purvis (1994) a observé l'évolution des mobilités de la baie de San Francisco entre 1965 et 1981, et entre 1981 et 1990.

3.5. Application aux agglomérations lyonnaises et grenobloises

Compte tenu de l'objectif du projet, nous centrons l'analyse sur l'évolution de l'usage de la voiture et des transports collectifs. Les travaux conduits sur l'agglomération lyonnaise dans le cadre du présent projet (Pantieri et al., 2014) et sur l'agglomération grenobloise dans le cadre du projet pour le Forum des Vies Mobiles (Licaj et al., 2014) ont permis de mettre en avant les principaux déterminants de l'usage de la voiture et des transports collectifs. Ce sont ces mêmes variables que nous allons tenter de reprendre dans les deux applications qui sont conduites dans ce projet, savoir :

- La localisation. La localisation du ménage influe fortement sur l'usage de la voiture et des transports collectifs. Les contraintes d'usage de la voiture dans le centre combinées une offre de services de mobilité plus abondante s'accompagne d'un usage plus faible de l'automobile. Au-delà de la localisation du ménage, c'est aussi la localisation des activités qui influe sur l'usage de l'automobile avec un effet similaire au précédent. Dans les analyses qui suivent, la localisation sera étudiée à travers la localisation du ménage, mais aussi à travers la localisation des origines-destinations des déplacements ;
- La motorisation est également corrélée à l'usage de la voiture. Diverses mesures de la motorisation sont possibles. Les analyses ont montré qu'il était souhaitable de s'approcher le plus possible d'une mesure de la motorisation exprimant l'accès individuel à la voiture. Nous préciserons la définition utilisée dans les chapitres suivants. Mais il apparaît aussi que la motorisation est très fortement corrélée à la localisation. Nous proposerons donc une mesure originale de la motorisation visant à réduire cette corrélation de manière à pouvoir séparer les effets des variables ;
- L'offre de transport influe fortement sur l'usage des modes de transport. Nous utiliserons ici le modèle SIMBAD développé au LAET (Nicolas et al. , 2009) pour produire des mesures de temps généralisés pour la voiture et les transports collectifs ;
- Parmi les déterminants sociodémographiques, nous retenons les quatre variables qui sont apparus comme les plus influentes. Le genre avec un usage plus important de la voiture par les hommes, même si le renouvellement des générations tend à réduit les écarts liés au genre. La baisse d'usage de la voiture est plus forte chez les hommes de moins de 40 ans que chez les femmes conduisant au rapprochement des usages. Inversement, la croissance de l'usage de la voiture par les femmes de plus de 60 ans est plus forte chez les femmes que chez les hommes conduisant au même rapprochement ;
- Comme évoqué à travers l'analyse du genre, l'âge a un double effet à travers une croissance de l'usage de la voiture de 18 à 30/40 ans et une baisse passée 50/60 ans,

mais aussi un effet à travers le renouvellement de générations qui s'accompagne de mouvements contradictoires avec une baisse chez les jeunes, mais une poursuite essentiellement chez les femmes de la croissance de l'usage chez les plus de 60 ans ;

- Le statut tout comme la PCS ou le revenu impacte fortement l'usage des modes avec globalement un usage plus fort de la voiture chez les actifs et notamment les cadres, les plus hauts revenus. Toutefois de nouveau, les évolutions récentes ne sont pas aussi simples et uniformes. Chez les jeunes et notamment les étudiants, de haut niveau d'études et de revenus ne sont plus forcément associés à un usage important de la voiture. Ces jeunes ont une capacité à profiter des domaines de performances de chacun des modes et n'hésitent pas à avoir des comportements pluri-modaux associant transports collectifs et nouveaux services à la mobilité et parfois la voiture. La forte corrélation entre ces variables et l'absence de données sur le revenu d'une partie des enquêtés du fait des refus de réponse, nous a conduit à privilégier le statut ;
- Enfin, nous retenons la structure du ménage. La présence d'enfants s'accompagne souvent d'un usage accru de la voiture par les adultes. Le nombre d'adultes impacte aussi l'usage des modes. Les familles monoparentales ont souvent un usage plus faible de la voiture.

4. Méthodologie

Evidemment toutes ces variables sont plus ou moins fortement corrélées. Cette corrélation ne permet pas de raisonner toutes choses égales par ailleurs. C'est la raison pour laquelle nous proposons ci-dessous deux méthodes qui tentent de réduire cette corrélation pour mieux identifier la contribution de chacun des facteurs.

4.1. Méthode de décomposition des effets

Le principe de la méthode est assez simple. Il consiste à considérer que l'évolution de la part de marché de la voiture ou des transports collectifs est le résultat du produit d'un certain nombre d'effets. Son application est en revanche plus complexe car elle nécessite de réduire voire de supprimer la corrélation entre les dimensions prises en compte. Nous l'avons déjà utilisé avec profit pour expliquer l'évolution de l'usage de la voiture parmi les personnes âgées comme produit de trois effets : âge, renouvellement de génération pour expliquer l'évolution de la motorisation et des comportements au volant des personnes motorisées. Nous l'avons également utilisé pour expliquer la stabilité de la part de marché des transports collectifs à Lyon entre 1976 et 1995, ce qui a permis de montrer que la croissance de l'offre de transports collectifs avait entraîné une croissance de ce mode de 15%, mais qu'elle avait été annihilée par la croissance de la motorisation et de l'étalement urbain. L'offre routière avait également été utilisée dans ce travail. Nous allons mettre en œuvre de nouveau la méthode en utilisant également l'enquête de 2006. De plus, nous disposons d'une mesure beaucoup plus précise et surtout cohérente des temps généralisés routiers et transports collectifs pour 1985, 1995 et 2006 grâce au projet SIMBAD. Pour réduire la corrélation entre les variables, nous utilisons la méthode d'orthogonalisation mise en œuvre lors des travaux précédents. La méthode permet également de produire un résidu qui correspond en quelque sorte à l'effet de l'ensemble des dimensions non prises en compte. La méthode est appliquée aux trois enquêtes lyonnaises.

4.2. Méthode de segmentation

La méthode s'appuie sur une segmentation de la population. Cette segmentation vise à construire des profils d'usage quotidiens des modes de transport les plus homogènes possibles. Cette analyse est conduite grâce à la combinaison de plusieurs méthodes d'analyses multidimensionnelles des données qui permettent de construire une typologie des sorties du

domicile à partir des modes présents, puis une typologie des schémas d'activités quotidiens à partir des sorties. Cette typologie est ensuite utilisée pour construire une segmentation de la population à l'aide des principales variables sociodémographiques expliquant la mobilité. Son application dans le cadre du projet SIMBAD a conduit à retenir une plusieurs variables (dont le statut, la motorisation, l'âge, la localisation…). Elle est utilisée pour le module de génération en la combinant avec des techniques de microsimulation aléatoire. Nous avons pour cela construit une population synthétique à partir des données du recensement. Pour chaque individu appartenant à un segment donné, nous tirons un donneur parmi les individus appartenant au même segment de l'enquête ménages déplacements. En construisant la typologie sur les données de 1985, puis en appliquant la méthode de microsimulation aléatoire sur les populations synthétiques de 1985, 1995 et 2006, avec toujours la segmentation de 1985, il est possible d'identifier les évolutions de mobilité expliquées par les évolutions sociodémographiques en faisant l'hypothèse de comportements constants dans le temps. Il est ensuite possible de comparer les résultats avec les données des enquêtes de 1995 et 2006 afin de mesurer la part des évolutions de mobilité expliquées par les changements sociodémographiques.

La suite du rapport permet de présenter les deux méthodes (chapitres II et III) et les résultats obtenus, avant de proposer une synthèse des principaux résultats (chapitre IV).

CHAPITRE II : Méthode de décomposition des effets

Nous présentons tout d'abord la méthode de décomposition des effets (section 1). Nous poursuivons avec la présentation des données et des zonages (section 2) et la définition des variables (section 3).

1- Méthode de décomposition des effets (Bonnel, Gabet, 1999)

Considérons un découpage donné de l'agglomération sur lequel nous connaissons les matrices origines-destinations des flux de déplacements, des parts modales, de la motorisation et des coûts généralisés entre zones.
L'évolution de la part des transports en commun à l'échelle de l'agglomération peut s'écrire comme un produit de différents effets simples ou combinés des différentes variables.

1.1. Notations

Soit P_{TC} la part des transports en commun parmi l'ensemble des déplacements transports en commun (TC) + voiture particulière (VP), sur l'ensemble de l'agglomération.
Soit P_{ij} la part des transports en commun entre deux zones i et j de notre découpage de l'agglomération.
La part de marché des transports collectifs s'exprime en fonction de quatre termes :

- le facteur localisation, qui est représenté par la matrice du poids de chaque couple origine-destination parmi l'ensemble des déplacements (TC+VP) :

$$l_{ij} = \frac{\text{volume de déplacements TC+ VP entre i et j}}{\text{volume de déplacements TC+ VP sur tout l'agglomération}} \quad (1)$$

- le facteur motorisation, représenté par une matrice de motorisations individuelles spatialisées : m_{ij} (la définition des motorisations individuelles spatialisées est donnée section 3) ;
- le facteur offre de transport : x_{ij}, qui peut prendre différentes formes en fonction des temps généralisés tvp_{ij} et ttc_{ij} (somme pondérée, différence, rapport entre ces temps) ;
- l'ensemble des « autres facteurs », que l'on note par la suite r_{ij}.

1.2. Expression de la part de marché des transports collectifs

La part des transports en commun à l'échelle de l'agglomération s'écrit :

$$P_{TC} = \sum_{ij} l_{ij} * P_{ij} \quad (2)$$

soit :

$$P_{TC} = \sum_{ij} l_{ij} * g\left(m_{ij}, x_{ij}, r_{ij}\right) \quad (3)$$

où g est une fonction à déterminer.

1.3. Principe de décomposition des effets

Pour la suite de l'étude, nous prenons les conventions suivantes pour simplifier les notations :
$l_1 m_1 x_1 r_1 = \sum_{ij} l_{ij1} * g\left(m_{ij1}, x_{ij1}, r_{ij1}\right)$ où 1 désigne la situation correspondant à l'une des enquêtes ;
$l_1 m_2 x_1 r_1 = \sum_{ij} l_{ij1} * g\left(m_{ij2}, x_{ij1}, r_{ij1}\right)$ où 1 et 2 désignent deux situations correspondant à des enquêtes différentes ;
et ainsi de suite en combinant les l_{ij}, m_{ij} et x_{ij} et r_{ij} à des dates différentes.
Considérons l'évolution de la part des transports en commun entre 2 dates d'enquêtes.

L'évolution de la part modale entre la date 1 (t1) et la date 2 (t2) peut s'écrire comme le rapport :

$$\frac{P_{TC\,2}}{P_{TC\,1}} = \frac{l_2 m_2 x_2 a_2}{l_1 m_1 x_1 a_1} \tag{4}$$

Afin de mettre en évidence la part tenue respectivement par l'évolution

- des localisations ;
- de la motorisation ;
- de l'offre de transport ;
- des autres facteurs,

nous décomposons ce produit en plusieurs éléments :

$$\boxed{\begin{aligned}\frac{P_{TC2}}{P_{TC1}} &= E(l) * E(m) * E(x) * E(r) \\ &* E(l,m) * E(l,x) * E(l,r) * E(m,x) * E(m,r) * E(x,r) \\ &* E(l,m,x) * E(l,m,r) * E(l,x,r) * E(m,x,r) * E(l,m,x,r)\end{aligned}} \tag{5}$$

où

<u>E(l), E(m), E(x), E(r) sont des effets simples</u> respectivement des localisations, des motorisations, de l'offre de transport et des « autres facteurs » :

- E(l), effet simple des localisations, est obtenu en ne faisant varier que le poids l_{ij} de 1 à 2 en maintenant le reste constant :

$$E(l) = \frac{l_2 m_1 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1} \;; \tag{6}$$

- E(m), effet simple de la motorisation, est obtenu en ne faisant varier que les m_{ij} de 1 à 2 en maintenant le reste constant :

$$E(m) = \frac{l_1 m_2 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1} \;; \tag{7}$$

- E(x), effet simple « offre de transport », est obtenu en ne faisant varier que les x_{ij} de 1 à 2 en maintenant le reste constant :

$$E(x) = \frac{l_1 m_1 x_2 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1} \;; \tag{8}$$

- E(r), effet simple « autres facteurs », est obtenu en ne faisant varier que les r_{ij} de 1 à 2 en maintenant le reste constant :

$$E(r) = \frac{l_1 m_1 x_1 r_2}{l_1 m_1 x_1 r_1} \,. \tag{9}$$

E(l,m), E(l,x), E(l,r), E(m,x), E(m,r), E(x,r) sont des effets doubles :

E(l,m), effet double des localisations et de la motorisation s'écrit :

$$E(l,m) = \frac{\dfrac{l_2 m_2 x_1 r_1}{l_1 m_2 x_1 r_1}}{\dfrac{l_2 m_1 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1}} = \frac{\dfrac{l_2 m_2 x_1 r_1}{l_2 m_1 x_1 r_1}}{\dfrac{l_1 m_2 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1}} \tag{10}$$

Ce rapport s'interprète comme le rapport de deux taux de variations absolues : l'effet localisations avec les taux de motorisation fixés à l'état 2 et l'effet localisations avec taux de motorisation fixés à l'état 1.

Ce rapport s'interprète aussi comme le rapport de : l'effet motorisation avec les localisations fixées à l'état 2 et l'effet motorisation avec les localisations fixées à l'état 1. Il y a symétrie de l'effet double par rapport aux effets localisations et motorisation.

Les autres effets doubles s'écrivent de manière analogue.

E(l,m,x), E(l,m,r), E(l,x,r) sont des effets triples :

E(l,m,x), effet triple des localisations, de la motorisation et de l'offre de transport s'écrit :

$$E(l,m,x) = \frac{\dfrac{\left(\dfrac{l_2 m_2 x_2 r_1}{l_1 m_2 x_2 r_1}\right)}{\left(\dfrac{l_2 m_1 x_2 r_1}{l_1 m_1 x_2 r_1}\right)}}{\dfrac{\left(\dfrac{l_2 m_2 x_1 r_1}{l_1 m_2 x_1 r_1}\right)}{\left(\dfrac{l_2 m_1 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1}\right)}} \tag{11}$$

Ce rapport s'interprète comme le rapport de deux taux de variations absolues : l'effet double des localisations et des motorisations avec l'offre de transport fixée à l'état 2 et l'effet double des localisations et de la motorisation pris avec l'offre de transport fixée à l'état 1.
Comme pour les effets doubles il y a symétrie de l'effet triple par rapport aux trois variables.
Les autres effets triples s'écrivent de manière analogue.

E(l,m,x,r) est l'effet quadruple des localisations, de la motorisation, de l'offre de transport et des « autres facteurs » :
Il s'écrit :

$$E(l,m,x,r) = \frac{\dfrac{\left(\dfrac{l_2 m_2 x_2 r_2}{l_1 m_2 x_2 r_2}\right)}{\left(\dfrac{l_2 m_1 x_2 r_2}{l_1 m_1 x_2 r_2}\right)}}{\dfrac{\left(\dfrac{l_2 m_2 x_1 r_2}{l_1 m_2 x_1 r_2}\right)}{\left(\dfrac{l_2 m_1 x_1 r_2}{l_1 m_1 x_1 r_2}\right)}} \div \frac{\dfrac{\left(\dfrac{l_2 m_2 x_2 r_1}{l_1 m_2 x_2 r_1}\right)}{\left(\dfrac{l_2 m_1 x_2 r_1}{l_1 m_1 x_2 r_1}\right)}}{\dfrac{\left(\dfrac{l_2 m_2 x_1 r_1}{l_1 m_2 x_1 r_1}\right)}{\left(\dfrac{l_2 m_1 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1}\right)}} \tag{12}$$

Ce rapport s'interprète comme le rapport de deux taux de variations absolues : l'effet triple des localisations, des motorisations et de l'offre de transport avec les autres effets fixés à l'état 2 et l'effet triple des localisations, de la motorisation et de l'offre de transport avec les autres effets pris à l'état 1.
Comme pour les effets doubles et triples, l'effet quadruple est symétrique par rapport aux quatre variables.
Chacun des quatre facteurs intervient donc par un effet simple, mais aussi dans des effets doubles, triples et quadruple. Pour pouvoir parler d'effets « séparés » des facteurs, il faudrait que ces effets doubles, triples et quadruple soient faibles (très proches de 1) par rapport aux effets « simples ». Dans la suite de l'étude, nous cherchons à minimiser ces effets combinés, tant par le choix des définitions des variables que par le choix des formulations. Si nous arrivons à vérifier que ces effets doubles, triples, quadruple sont très proches de 1 par rapport aux effets simples, nous pouvons estimer en première approximation que l'évolution de la part de marché des transports collectifs est le produit des évolutions des effets simples.
Nous avons défini l'effet des offres TC et VP à travers une variable par souci de simplification. Mais par la suite, nous identifions séparément l'effet de l'offre TC et de l'offre VP. Dans la pratique, il y a donc aussi un effet quintuple. Il est ainsi possible de généraliser la formulation avec autant de variables que l'on souhaite. Toutefois, l'augmentation du nombre de variables risque d'accroître la corrélation entre les variables. Les effets combinés risquent de représenter une part importante, ce qui enlève l'intérêt principal de la méthode de décomposition des effets. Nous abordons dans la section 3 la question de la formulation des variables afin de minimiser les effets combinés.

Les l_{ij} et les P_{ij} sont connus. La quantification de l'effet simple « localisations » relève donc d'un simple calcul indépendant de la fonction g :

$$E(l) = \frac{l_2 m_1 x_1 r_1}{l_1 m_1 x_1 r_1} = \frac{\sum_{ij} l_{ij2} * P_{ij1}}{\sum_{ij} l_{ij1} * P_{ij1}} \qquad (13)$$

Seuls le périmètre d'étude et le zonage influent sur la valeur.
En revanche la quantification des effets de la motorisation, de l'offre de transport et des « autres facteurs » dépend de la validité de la formulation de la fonction g.

1.4. Intérêt de cette méthode

Dans les modèles de répartition modales, habituellement on présuppose que la part des transports en commun s'explique à partir d'un certain nombre de facteurs et d'un résidu que l'on suppose nul en moyenne. Mais on sait très bien qu'il existe de nombreux facteurs susceptibles d'impacter la répartition modale entre les TC et la VP. Si l'impact de ces autres facteurs est non négligeable, les estimations sont biaisées ainsi que l'analyse de l'élasticité des variables retenues dans la fonction d'utilité. L'intérêt de la présente méthode est de mettre en évidence l'existence éventuelle d'autres facteurs et de donner un ordre de grandeur de leur impact global sans que l'on connaisse pour autant ces facteurs. Dans la suite de cette étude, nous mettons en évidence de tels facteurs en plus de ceux choisis et nous pouvons même préciser que leur impact est important.
Un autre intérêt de cette méthode est de calculer de manière effective les termes doubles, triples, quadruple. En effet, le produit des effets simples n'est pas rigoureusement égal à l'évolution globale de la part des transports collectifs. En calculant également les effets combinés des différentes variables, nous expliquons la totalité de l'évolution de la part des transports collectifs. Si les effets combinés se révèlent être proches de 1, cela veut dire que nous pouvons les négliger. Nous pouvons alors ne nous intéresser qu'aux effets simples et dire que nous avons bien séparé les effets. Nous précisons dans la section suivante les conditions permettant d'avoir des effets combinés négligeables.

1.5. Nécessité d'indépendance de l'évolution des différentes variables

Il existe une certaine corrélation entre les différentes variables. Par exemple, il est vraisemblable qu'il existe une certaine corrélation entre la motorisation et l'offre de transport ainsi que les localisations. Plus la voiture est compétitive par rapport aux transports en commun, en banlieue notamment, plus on peut s'attendre à ce que le taux de motorisation augmente et inversement. L'examen des données lyonnaises le confirme. Lorsque nous analysons l'évolution des localisations, nous risquons de lire en partie l'évolution de la motorisation et inversement.
Ceci pose certains problèmes :

- Pour effectuer des estimations non biaisées des paramètres notamment dans les régressions linéaires, il est nécessaire d'avoir des variables non corrélées. Ainsi par exemple, la variable motorisation pourrait reprendre artificiellement une partie de la variance des autres variables, réduisant l'influence des autres variables comme l'offre de transport ou les localisations ;
- Si des variables sont corrélées, nous risquons d'avoir du mal à produire des effets séparés. Les effets combinés de une ou plusieurs variables risquent de devenir non négligeables au côté des effets simples. Il serait alors impossible de faire des commentaires sur les valeurs respectives de « l'effet motorisation » ou de « l'effet localisation » sans regarder en même temps la valeur de l'effet combiné de ces deux facteurs. A l'inverse, s'il y a indépendance d'évolution, les effets doubles seront nuls.

Quand nous étudierons l'évolution des différentes variables, il faudra donc nous intéresser aux corrélations entre variables ainsi qu'aux corrélations entre l'évolution des variables. La première étape de notre étude concerne la définition des variables qui permettent de s'affranchir au moins partiellement de ces corrélations. C'est ainsi que nous introduisons une définition originale de la motorisation : la motorisation individuelle spatialisée.

2- Données et zonage

Les données à notre disposition sont issues des trois dernières enquêtes ménages déplacements (1985, 1995 et 2006) réalisées sur l'agglomération lyonnaise. Elles interrogent chaque personne de plus de 5 ans d'un ménage dans le périmètre de l'enquête. Elles détiennent des informations sociodémographique et socioéconomique concernant les ménages et les personnes interrogés. Les enquêtés déclarent également l'ensemble des déplacements effectués la veille.
Les trois enquêtes reposent sur une méthodologie commune contrôlée par le CEREMA (Certu, 2008). L'échantillon retenu a été obtenu par tirage aléatoire des ménages après stratification géographique.
Contrairement à la méthodologie restée inchangée, le périmètre de l'enquête s'est élargi progressivement avec le temps. Ainsi, celui de l'EMD85 est un peu plus restreint que celui de l'EMD95 qui, à son tour, est nettement plus restreint que celui de l'EMD06 (figure 1).

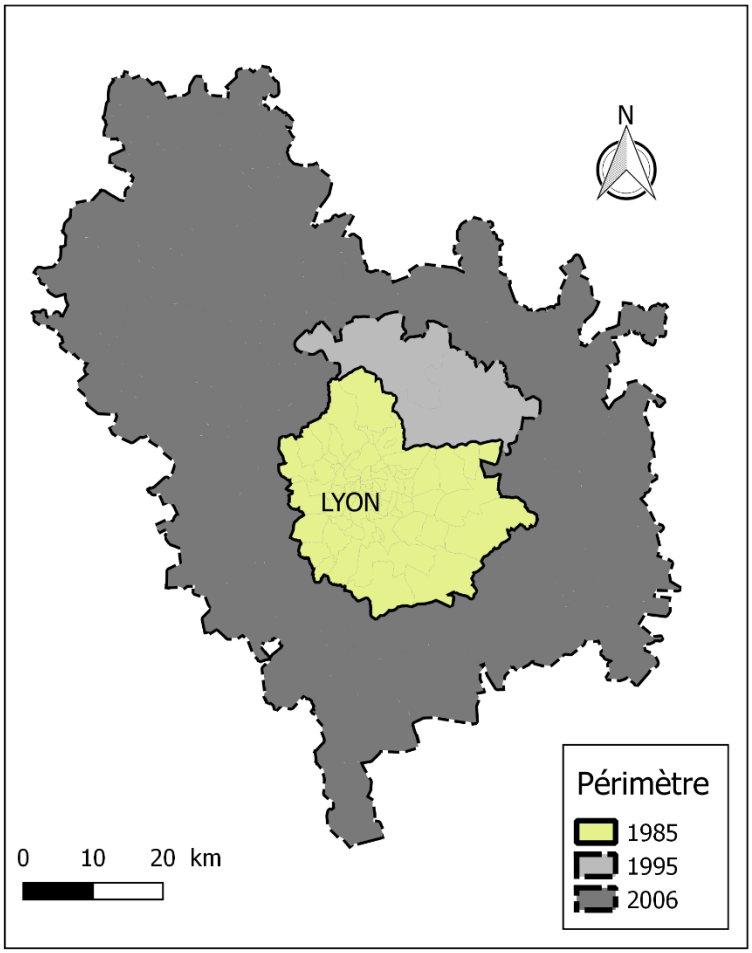


Figure 1 Délimitation des périmètres 1985, 1995, 2006 de l'EMD (*Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006)*

Les fichiers déplacements des trois enquêtes nous fournissent notamment le mode de transport et le lieu d'origine et d'arrivée. Ces données sont des déplacements quotidiens en semaine d'une personne résidente dans le périmètre de l'enquête. Pour ces trois dates, nous avons un découpage en zone fine et en secteur de tirage.
Le secteur de tirage est l'unité spatiale qui permet la stratification géographique. Le Cerema recommande d'enquêter 70 ménages soit à peu près 160 personnes par secteur de tirage. Chaque secteur de tirage est découpé en plusieurs zones fines.
Nous comparons la mobilité sur ces trois dates différentes d'où l'importance d'avoir un périmètre et un zonage commun. Nous n'utiliserons donc ni le périmètre ni le zonage de 2006, faute de données pour 1985 et 1995. Nous présentons donc les découpages en secteurs de tirage de 1985 et 1995.
Les figures 2 à 4 décrivent respectivement les découpages en zones fines et en secteurs de tirage des périmètres 1985, 1995 et 2006.

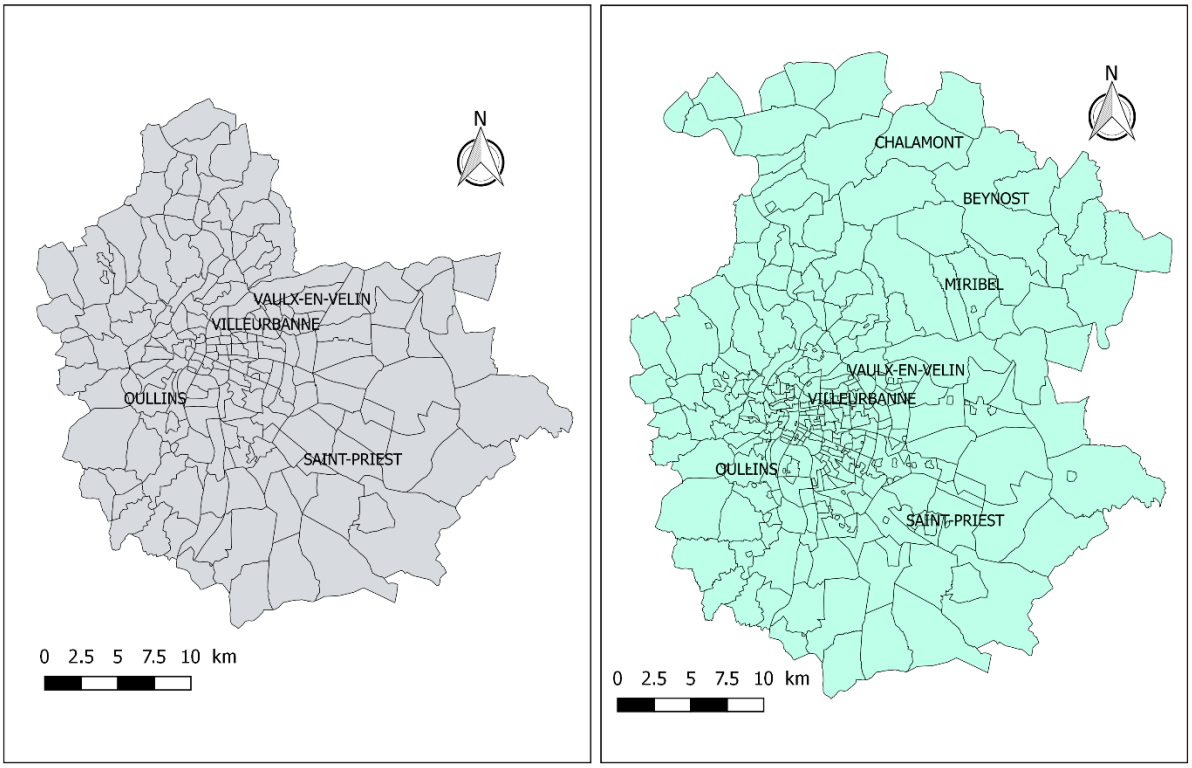


Figure 2 Découpage en zone fine du périmètre de l'EMD de Lyon 1985 (à gauche) et de 1995 (à droite). Source : EMD Lyon 1985, 1995

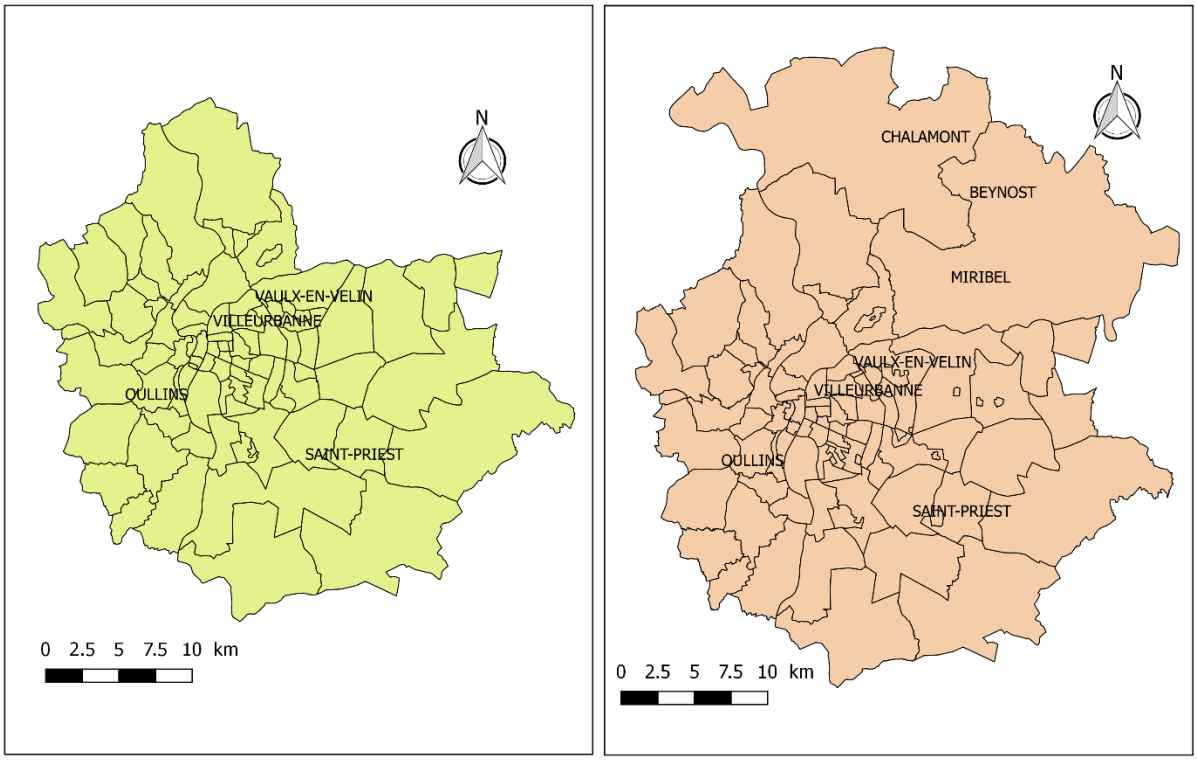


Figure 3 Découpage en secteur de tirage du périmètre de l'EMD de Lyon 1985 (à gauche) et de 1995 (à droite). Source : EMD Lyon 1985, 1995

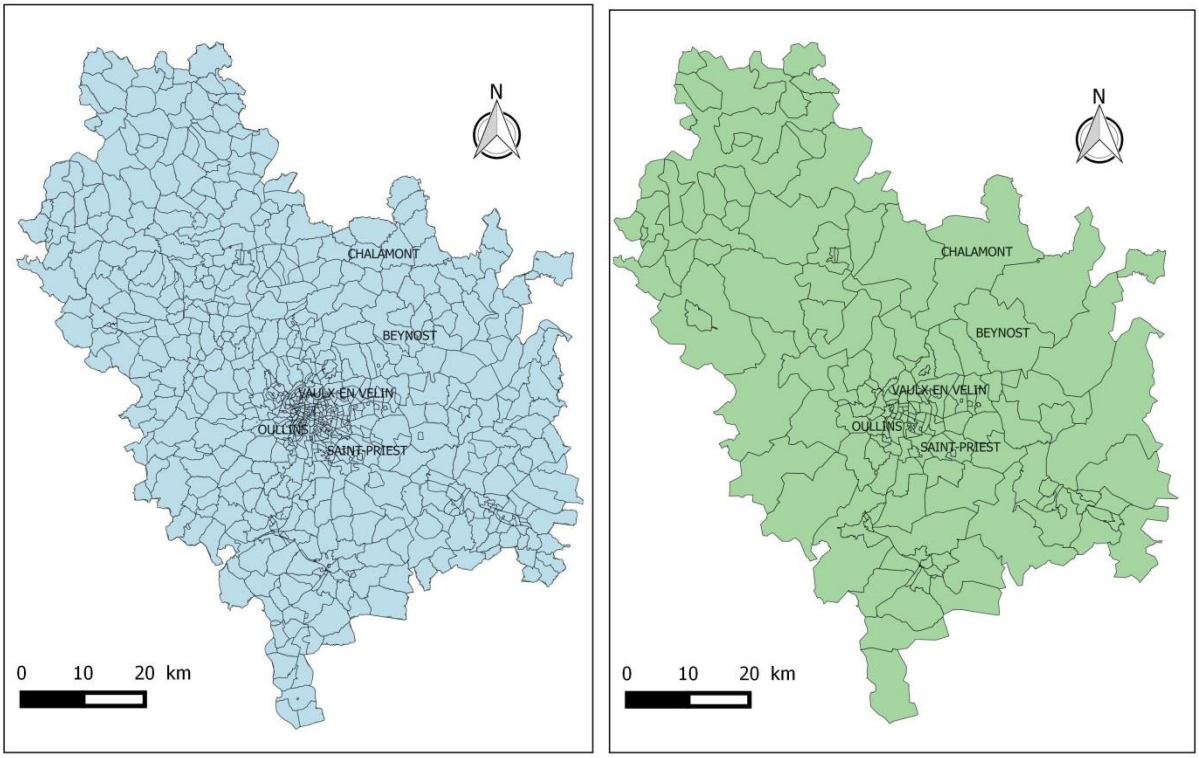


Figure 4 Découpage en zones fines (à gauche) et en secteur de tirage (à droite) du périmètre de l'EMD de Lyon 2006. Source : EMD Lyon 2006

Comme on peut le constater sur ces figures, les zonages en secteurs de tirage et en zones fines sont différents pour les trois enquêtes. L'application de la méthode de décomposition des

effets nécessite pourtant un zonage commun. Il serait possible d'agréger le découpage en secteur de tirage pour obtenir un zonage commun, mais il serait nécessaire de réduire fortement le nombre de zones. Nous avons donc dû construire des matrices de passage entre les trois zonages.

Nous définissons tout d'abord les périmètres de travail. Le périmètre de 1985 étant plus restreint que les deux autres. Les évolutions entre 1985 et les deux autres enquêtes doivent se faire obligatoirement sur le périmètre de 1985 que nous notons par la suite P85. De même, les évolutions entre 1995 et 2006 s'analysent sur le périmètre de 1995, noté P95.

Les données disponibles ne permettent pas de passer d'un zonage à l'autre. Nous avons donc construit des matrices de passage entre les zonages. Il est nécessaire de pouvoir exprimer les variables utilisées (matrice origine-destination de déplacements, motorisation des individus, temps généralisés VP et TC) selon les différents découpages afin de permettre des comparaisons indépendantes des différences de découpage des trois EMD. Les volumes de déplacements ou les données socio-économiques des ménages ou des personnes sont proportionnelles à la population résidant dans les zones ou aux activités qu'il est possible d'y réaliser. Fautes de données en coordonnées x-y, nous avons utilisé les bases de données BDtopo qui nous fournissent des données d'occupation du sol. Ces bases fournissent les volumes bâtis selon différentes couches. Pour simplifier, nous avons fait une hypothèse de proportionnalité des données utilisées au volume bâti. Cette hypothèse va permettre d'éclater une zone en autant de petites zones qu'il est nécessaire pour faire correspondre les trois découpages selon les deux périmètres P85 et P95. Le principe de calcul est illustré dans la figure 5 ci-dessous

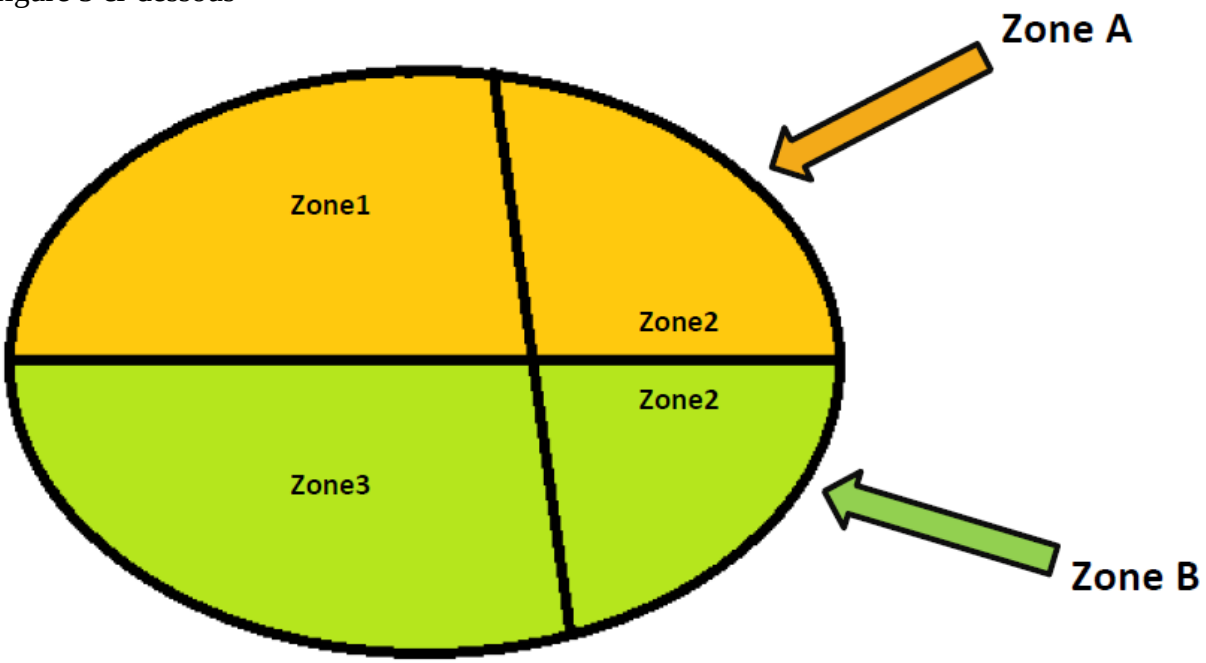


Figure 5 Exemple de construction de la matrice de passage entre découpages différents

On dispose de la matrice localisation du découpage en trois zones 1,2 et 3 (matrice L) et on souhaite l'exprimer par rapport au découpage en 2 zones A et B (matrice L').

La base BDtopo nous permet de produire les parts des zones 1,2 et 3 dans les zones A et B. On notera $P1A$, la part de la zone 1 dans A…. Le nombre de déplacements d'origine/destination A/B sera la somme des déplacements d'origine/destination i,j (du découpage en 3 zones) qui appartiennent (partiellement ou totalement) aux zones A et B, pondérés par leur volume d'intersection. Le cacul est décrit dans les équations qui suivent. Sa mise en œuvre est décrite dans (Pluvinet, 2014).

$$(L')xy = \sum_{ij} P_{ix} * P_{jy} * L_{ij} \tag{14}$$

$$\begin{pmatrix} L'_{AA} & L'_{AB} \\ L'_{BA} & L'_{BB} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_{1A} & P_{2A} & P_{3A} \\ P_{1B} & P_{2B} & P_{3B} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{13} \\ L_{21} & L_{22} & L_{23} \\ L_{31} & L_{32} & L_{33} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} P_{A1} & P_{B1} \\ P_{A2} & P_{B2} \\ P_{A3} & P_{B3} \end{pmatrix} \tag{15}$$

D'où la formule, $\boxed{L' = P^T \times L \times P}$ (16)

La construction des matrices de passage a été faite sur les zones fines de manière à utiliser les données spatiales les plus précises possibles. En revanche, la décomposition des effets est conduite sur le zonage en secteur de tirage afin de disposer d'un effectif suffisant pour chacune des zones (au moins 70 ménages enquêtés par zone). La figure 6 illustre la faiblesse des effectifs pour certaines zones.

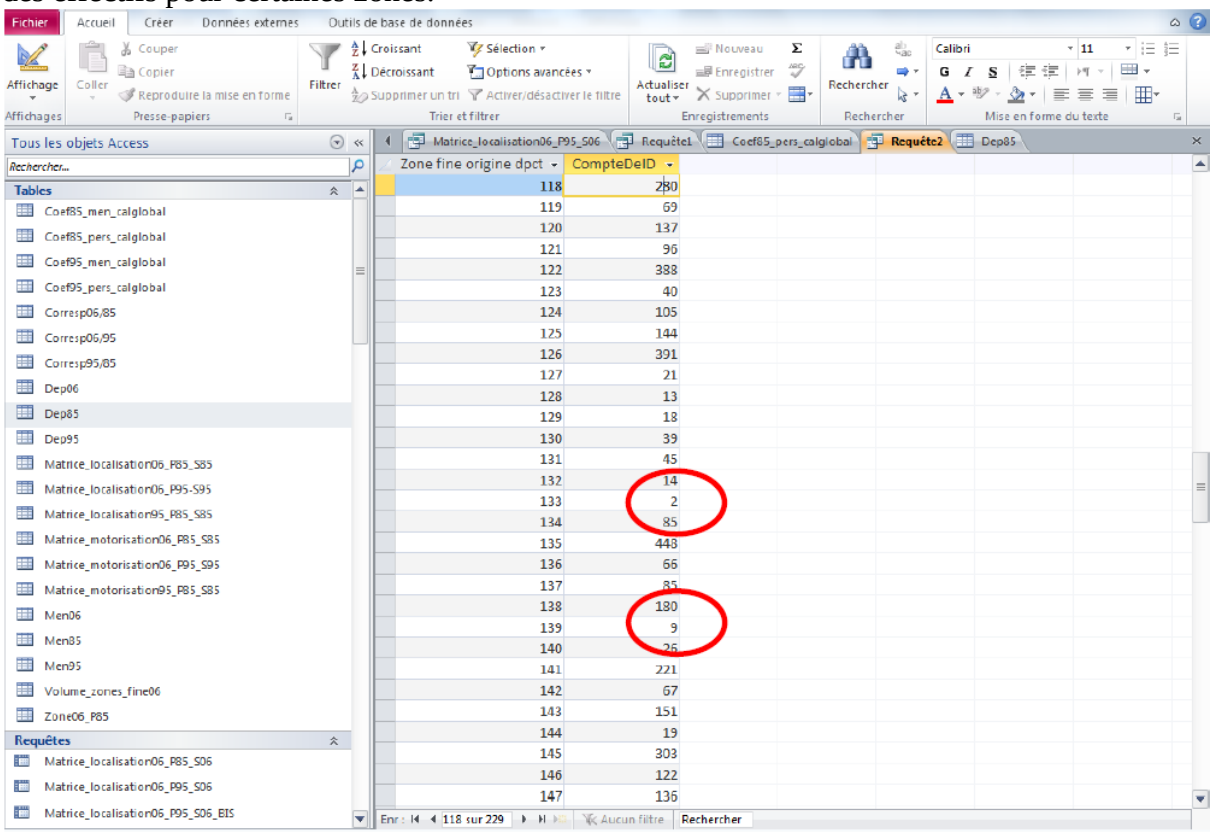
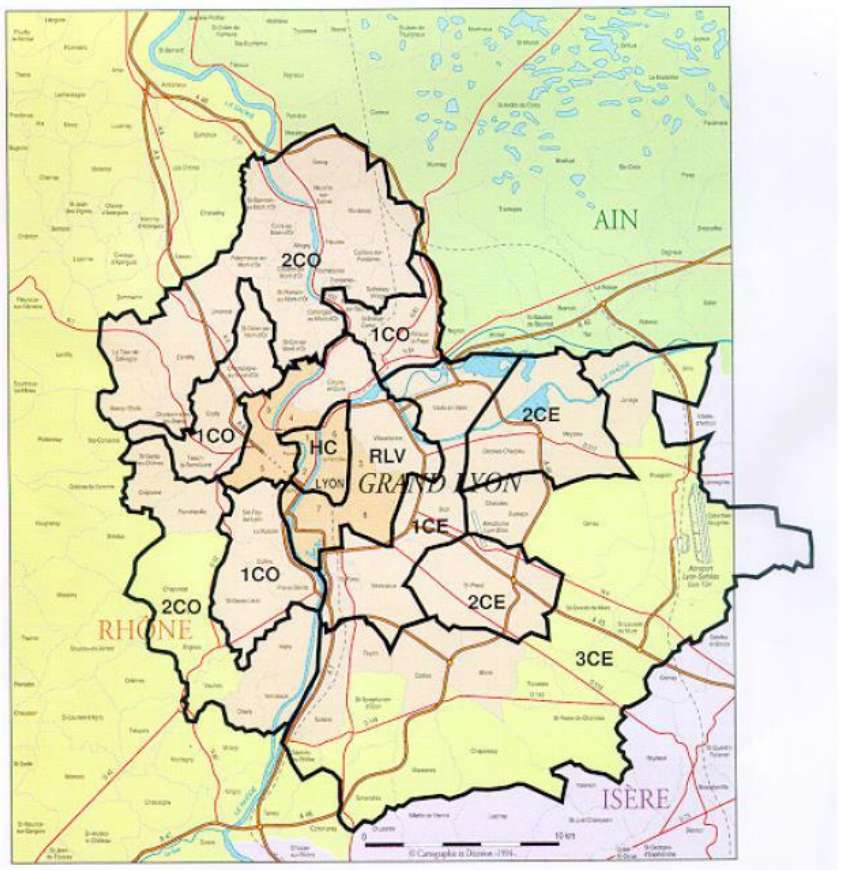


Figure 6 Nombre de ménages par zone fine de l'enquête ménages déplacements de 2006. Source : EMD06

Afin d'illustrer certaines données graphiquement, nous utilisons un zonage en 7 zones s'appuyant sur une distinction Est-Ouest de l'agglomération lyonnaise et sur des couronnes successives. Ce découpage est illustré figure 7.



Source : carte élaborée d'après l'Atlas du Grand Lyon, INSEE, Cartographie et Décision, 1994 (Raux et al., 1997).

Figure 7 Découpage en 7 zones du périmètre de l'EMD

Avec,
HC : Hyper centre
RLV : Reste de Lyon et de Villeurbanne
1CE : Première couronne Est
1CO : Première couronne Ouest
2 CE : Deuxième couronne Est
2CO : Deuxième couronne Ouest
3CE : Troisième couronne Est

3- Formulation et préparation des variables

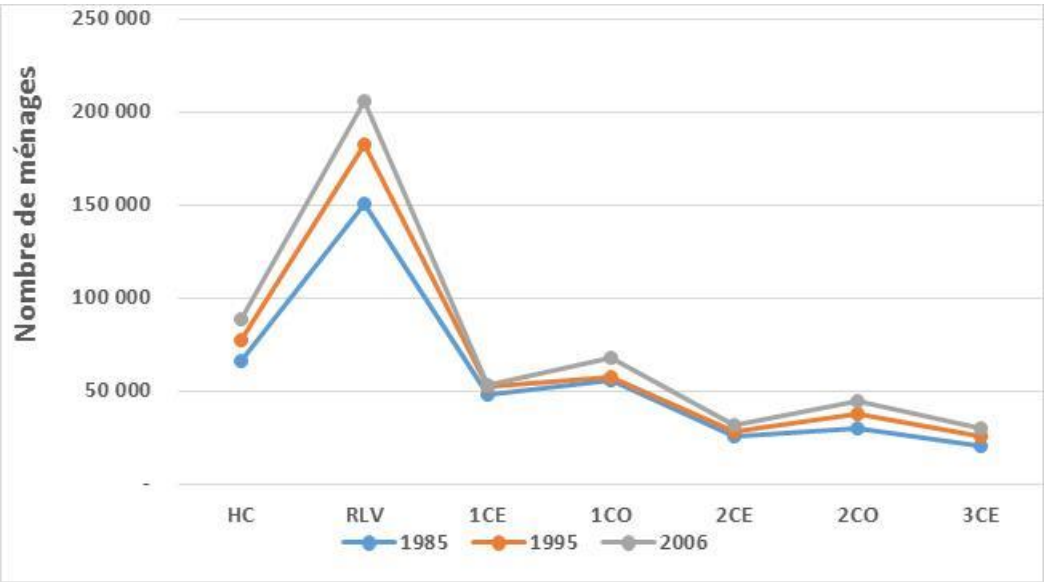
Nous présentons la formulation des variables utilisées afin de réduire le plus possible la corrélation entre l'évolution des variables permettant de réduire les effets combinés. Nous présentons en fin de section les tests de corrélations afin de vérifier la légitimité de l'hypothèse d'indépendance entre l'évolution des variables.

1.1. Matrice localisation

A travers la matrice des localisations, nous souhaitons rendre compte à la fois de l'évolution de la localisation des ménages, mais également des activités. Nous avons assisté dans la plupart des agglomérations françaises à un mouvement de périurbanisation continue depuis la seconde guerre mondiale jusque dans les années 90. Depuis, si la périurbanisation se poursuit toujours plus loin des centres, elle s'accompagne aussi d'un retour vers le centre des

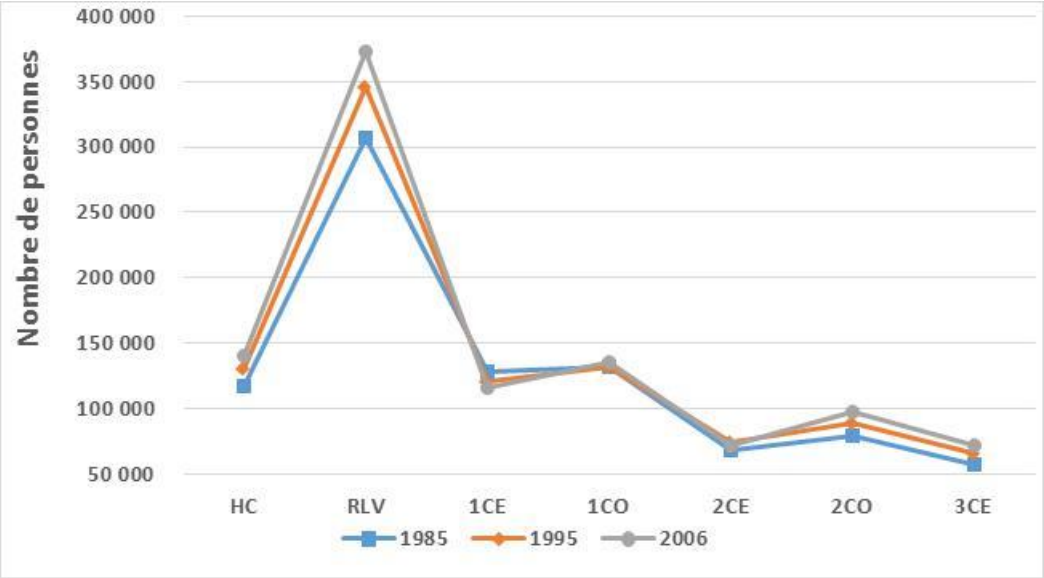
agglomérations qui ne perdent plus de population (figures 8 et 9) ni d'emplois. Ces évolutions s'accompagnent d'une dissociation grandissante des localisations des domiciles et des lieux de travail des individus que l'on peut illustrer à travers l'augmentation des distances domicile travail. Enfin, si le centre de l'agglomération conserve un fort pouvoir attracteur pour nombre d'activités, on observe aussi une forte périphérisation des flux avec des flux périphériques qui croissent plus rapidement que les flux centres-périphéries ou que les flux centraux. La multiplication des indicateurs de mesure de ces évolutions ne permettraient pas de garantir une indépendance d'évolutions entre les facteurs. Elle complexifierait également l'analyse. Ainsi, nous résumons ces évolutions à travers leurs conséquences révélées par la matrice origine-destination des déplacements :

$$l_{ij}=\frac{volume\ de\ déplacements\ TC+VP\ entre\ i\ et\ j}{Volume\ de\ déplacement\ TC+VP\ total} \quad (17)$$



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 8 Evolution de 1985 à 2006 de la localisation des ménages selon la zone de résidence dans l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 9 Evolution de 1985 à 2006 de la localisation des personnes selon la zone de résidence dans l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006.

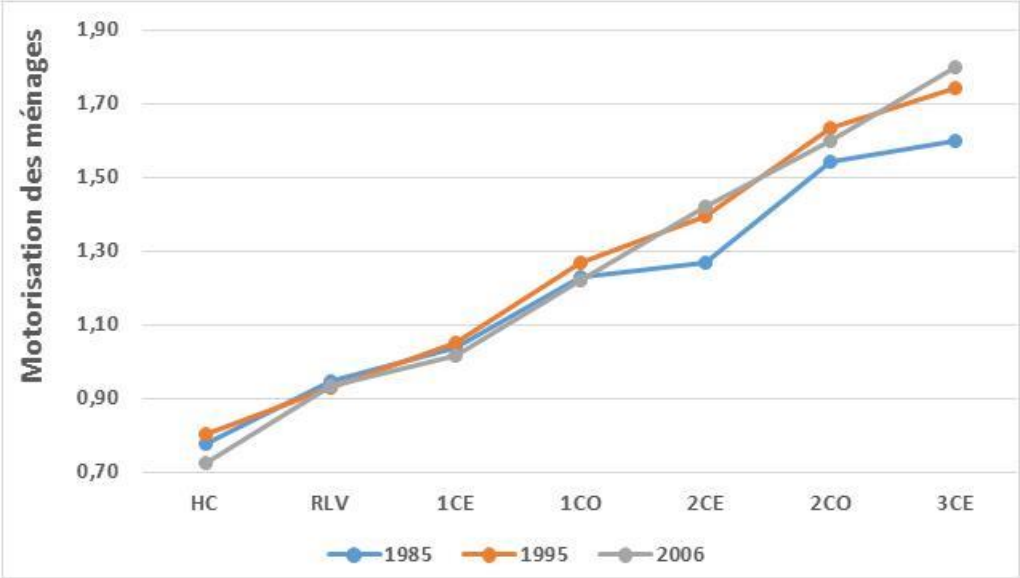
1.2. Matrice motorisation

La localisation des ménages est très fortement corrélée à la motorisation que celle-ci soit mesurée au niveau des ménages (nombre de voitures possédées ou à disposition par ménage, figure 10) ou au niveau des individus (nombre de voitures du ménage/nombre de personnes de 18 ans et plus, figure 11). Nous avons donc choisi de reformuler la définition de la motorisation de façon à réduire au maximum la corrélation entre ces deux facteurs. Ainsi, pour chaque origine-destination, on associe aux déplacements le taux de motorisation individuelle des personnes âgées de plus de 18 ans. La moyenne de ces nombres de voitures sur l'ensemble des déplacements d'une origine-destination permet de calculer l'indicateur motorisation de cette origine-destination. Nous avons préféré la motorisation individuelle à celle des ménages car la taille des ménages a diminué entre 1985 et 2006. De plus, la taille des ménages est plus faible dans le centre qu'en périphérie. La motorisation individuelle rend ainsi mieux compte de l'accès individuel à la voiture que la motorisation des ménages. L'équation 18 rend compte de cette définition de la motorisation de l'origine-destination i-j.

$$m_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{N_{ij}} t_k}{N_{ij}} \qquad (18)$$

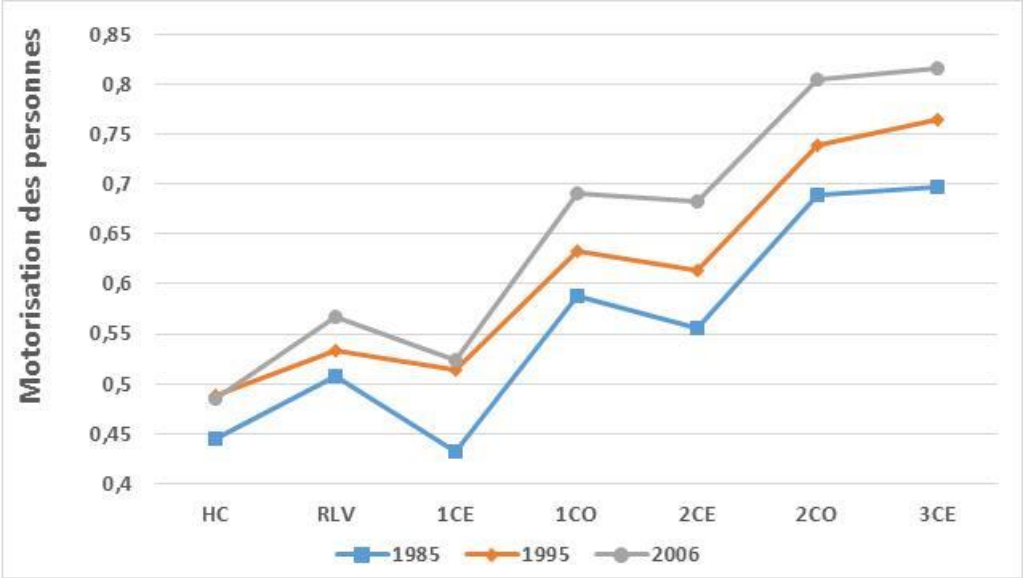
t_k étant le rapport du nombre de voitures du ménage sur le nombre de personnes de plus de 18 ans du ménage auquel appartient l'individu réalisant le déplacement k sur l'origine-destination ij.

N_{ij} étant le nombre de déplacements d'origine-destination ij.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 10 Evolution de 1985 à 2006 de la motorisation des ménages selon la zone de résidence à Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

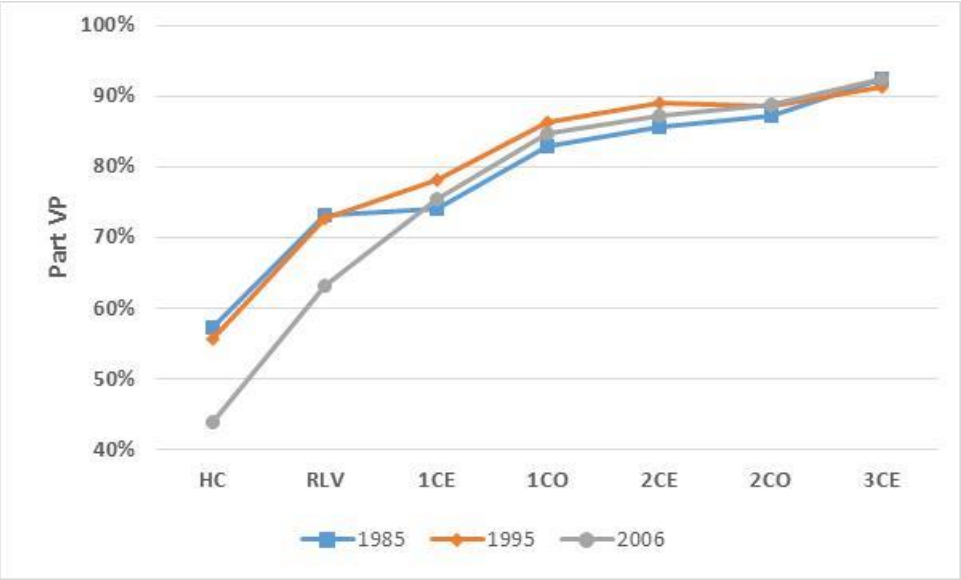
Figure 11 Evolution de 1985 à 2006 de la motorisation des personnes selon la zone de résidence à Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006

La quantification de l'effet motorisation se limite ainsi à l'incidence de l'évolution de la motorisation telle que définie, c'est-à-dire, l'évolution de la motorisation à structure spatiale donnée. De ce fait, le changement de la motorisation lié à l'évolution de la structure spatiale des flux est contenu dans l'effet localisation.

1.3. Matrices offre de transport

Les matrices offre de transport sont créées à partir des matrices de temps généralisés des transports en commun et de la voiture particulière. Les temps généralisés sont issus du modèle d'intégration transport-urbanisme SIMBAD développé sur l'aire urbaine lyonnaise (Nicolas et al., 2009). Simbad contient un module transport avec l'offre routière et de transports collectifs. L'offre routière a été construite à partir des bases Navteq et Géoroute en conservant la totalité des arcs du réseau y compris les voies de desserte. L'offre de transports collectifs a été construite à partir d'une digitalisation de l'ensemble des arrêts et de la définition de toutes les lignes de transports collectifs avec les fréquences. Le calage de la situation de référence a été fait sur les réseaux 1999 (Godinot, Bonnel, 2008). La codification a été réalisée en retenant au maximum un principe de codification automatique permettant une reproduction dans le temps des procédures de représentation des réseaux. Le travail de construction des réseaux de 1985, 1995 et 2006 a été conduit par Cabrera (2013) dans le cadre de son travail de thèse. Il a été conduit en reproduisant la méthodologie retenue pour 1999.
Nous disposons ainsi de matrices de temps généralisés construites de manière cohérente pour les trois enquêtes ménages déplacements. Elles permettent ainsi de traduire l'évolution de l'offre routière et de transports collectifs entre les trois dates d'enquêtes.

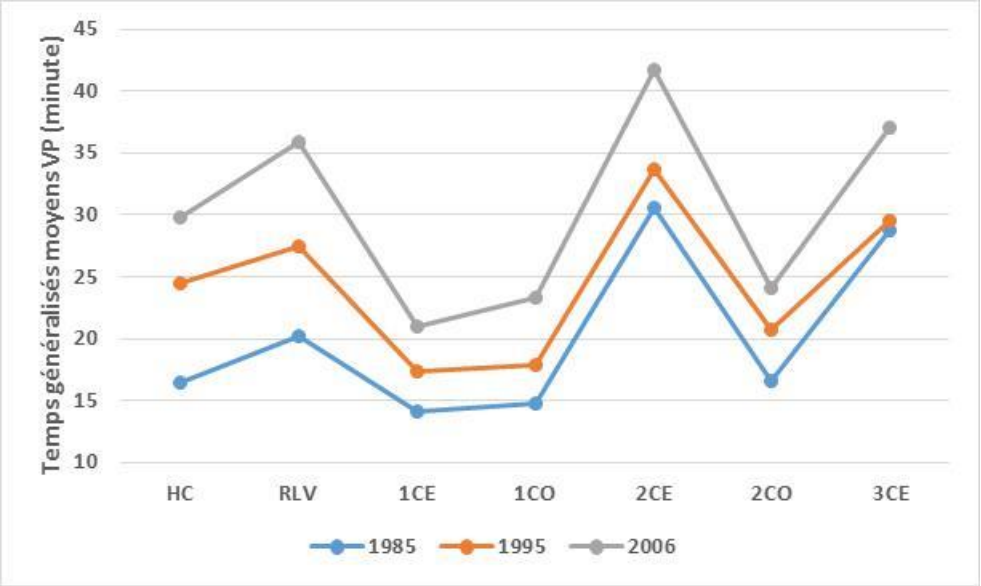
La figure 12 illustre l'évolution de la part de marché de la voiture relativement à l'ensemble des déplacements motorisés par zone. Pour chaque zone, cette part est calculée sur l'ensemble des déplacements ayant une origine ou une destination (ou les deux) dans la zone. Ce mode de représentation contient des doubles comptes puisque chaque déplacement compte pour son origine et pour sa destination (sauf si les deux sont la même zone). Il traduit toutefois bien la place de la voiture depuis ou vers une zone. La part VP chute dans l'hypercentre et dans le reste de Lyon/Villeurbanne et est en légère baisse sur le reste du territoire par rapport à 1995. Plus on s'éloigne du centre, plus la part modale de la voiture est importante.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 12 Evolution de la part VP pour les déplacements (TC+VP) ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006

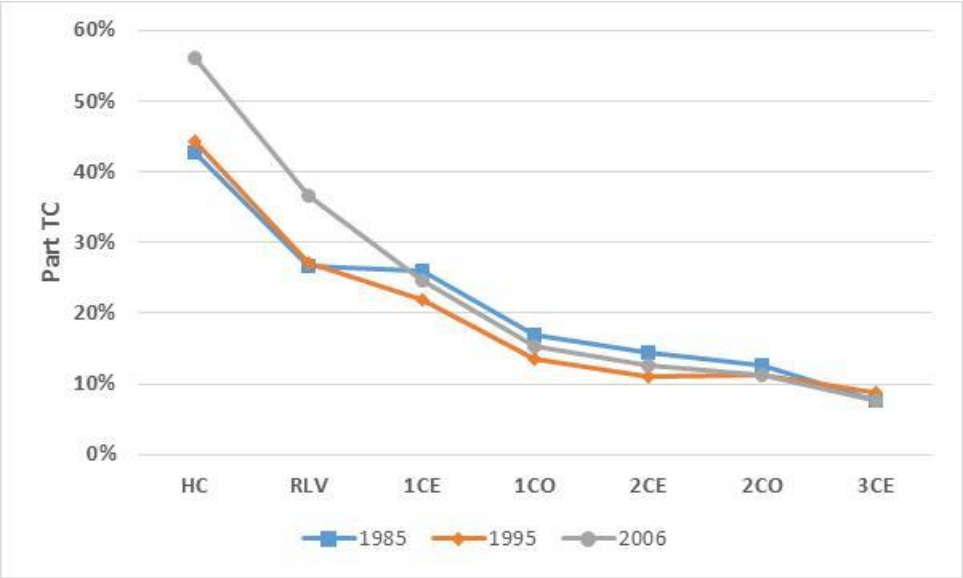
La figure 13 fournit les temps généralisés moyens en VP par zone. Le mode de calcul est identique à celui de la figure 12. Les temps généralisés augmentent au fil des décennies. L'allongement des temps de parcours est pour partie lié à la congestion qui s'accroît, mais aussi à l'allongement des distances de déplacements. Les temps de parcours sont plus longs pour les déplacements ayant une extrémité dans Lyon et Villeurbanne comparativement à ceux de la première couronne. La méthode de décomposition des effets sera appliquée sur le découpage en secteur de tirage. Cela permettra de neutraliser l'essentiel de l'effet de l'allongement des distances (qui sera inclut dans l'effet localisation) pour ne conserver que l'impact de l'évolution de l'offre routière pour chaque origine-destination.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 13 Evolution entre 1985 et 2006 des temps généralisés VP des déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de l'agglomération lyonnaise. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006, SIMBAD

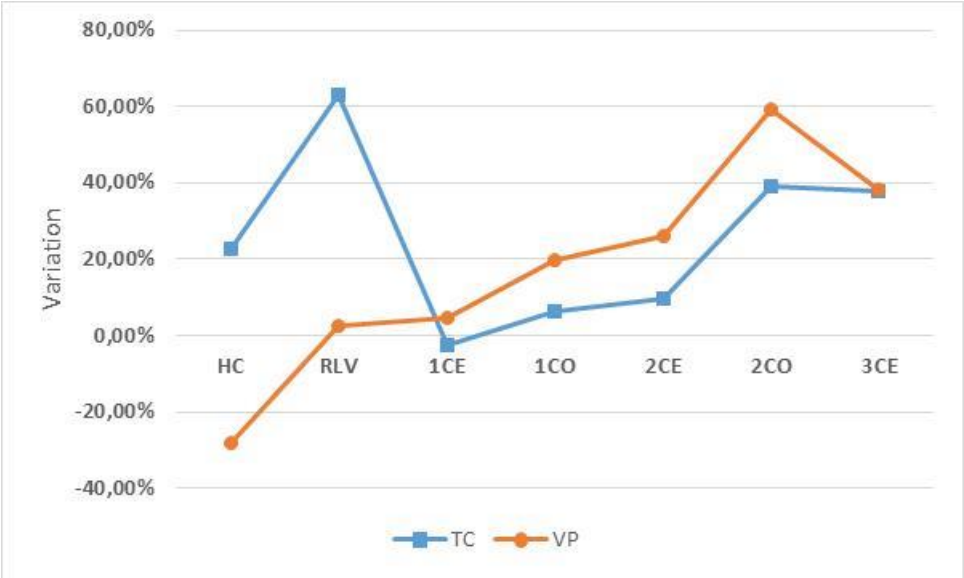
La figure 14 indique l'évolution de la part des transports en commun par zone qui correspond au complément de la figure 12 puisque seuls les déplacements motorisés sont pris en compte. La part TC augmente de manière importante pour les déplacements ayant une extrémité dans Lyon/Villeurbanne en 2006. Elle s'est également accrue sur le reste du territoire par rapport à 1995 mais est en baisse en comparaison avec 1985. Plus on s'éloigne du centre, plus la part modale des TC est en baisse.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 14 Evolution de la part TC pour les déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006

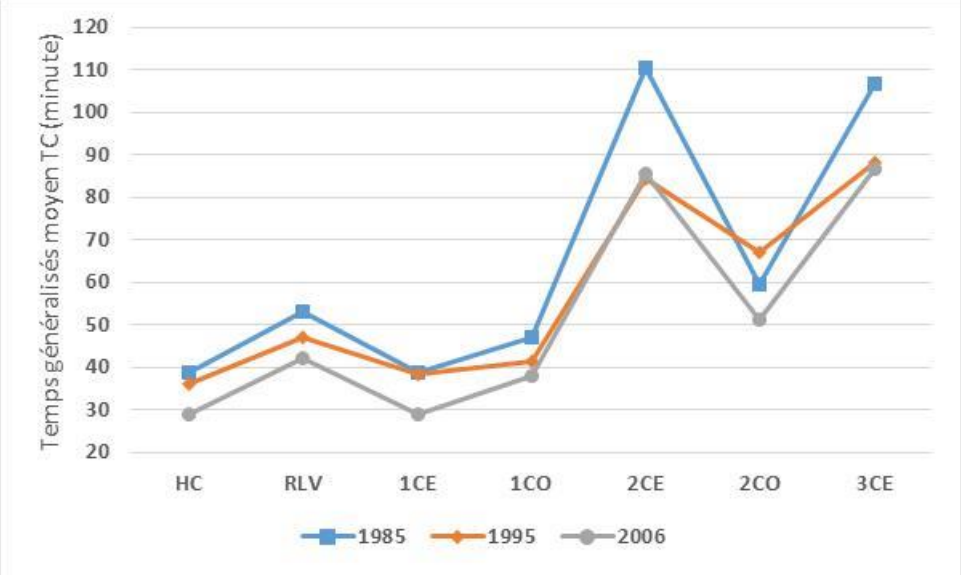
La figure 15 illustre des résultats similaires mais exprimés en variation de nombre de déplacements entre 1985 et 2006, L'écart entre les deux modes de transport est important pour les déplacements ayant une extrémité dans Lyon/Villeurbanne avec une plus forte croissance de l'usage des transports collectifs. Pour les déplacements ayant une extrémité en périphérie, la tendance s'inverse avec des transports collectifs en nombre de déplacements qui progresse moins que la voiture. Sur la deuxième décennie (1995-2006) où on a une baisse globale du nombre de déplacements, la croissance du nombre de déplacements en voiture particulière est plus limitée.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 15 Evolution entre 1985 et 2006 du nombre de déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 2006

La figure 16 affiche les temps généralisés moyens des déplacements en TC ayant une extrémité dans chaque zone. Les temps généralisés TC ont diminué au fil du temps pour l'ensemble des zones. Les temps TC sont plus élevés dans la deuxième couronne où l'offre de transport est moins étoffée.



HC : Hypercentre, RLV : Reste de Lyon et Villeurbanne, 1CE : première couronne Est, 1CO : première couronne Ouest, 2CE : seconde couronne Est, 2CO : deuxième couronne Ouest, 3CE : troisième couronne Est

Figure 16 Evolution entre 1985 et 2006 des temps généralisés TC des déplacements ayant une origine ou une destination dans les différentes zones de Lyon. Source : EMD Lyon 1985, 1995, 2006

1.4. Test de corrélation

L'application de la méthode de décomposition des effets nécessitent que la corrélation entre l'évolution des variables soit la plus faible possible pour que les effets combinés soit réduits. Les tests réalisés concernent les variables et leurs variations. Nous mesurons des variations relatives, par exemple pour la localisation, de l'état 1 à l'état 2 :

$$\Delta l1 \rightarrow 2 = \frac{(l2 - l1)}{l1} \qquad (19)$$

Les tests sont effectués pour chacune des matrices sur les deux périmètres de 1985 et 1995 (uniquement EMD95 et 06). Nous avons ainsi :

- Tableau 1, matrice EMD85 et EMD95, périmètre 85 ;
- Tableau 2, matrice EMD85 et EMD06, périmètre 85 ;
- Tableau 3, matrice EMD95 et EMD06, périmètre 85 ;
- Tableau 4, matrice EMD95 et EMD06, périmètre 95.

Les tests de corrélations entre matrices sont effectués uniquement pour les origine-destination contenant des déplacements. C'est ce qui explique que les corrélations entre les variables pour l'EMD06 puissent être différentes pour les tableaux 2 et 3, car il y a plus d'origine-destination sans déplacement en 1985 qu'en 1995.

Les résultats illustrent la pertinence de la définition des variables qui permettent de réduire très fortement la corrélation entre les variables, sauf évidemment pour la corrélation entre les offres VP et TC. Mais ce qui est plus important les corrélations entre les évolutions des variables sont toutes très faibles avec un maximum de 0,13 pour la corrélation entre les matrices d'évolution des temps généralisés VP et TC entre 1985 et 2006. Toutes les autres

corrélations sont inférieures à 0,1 ce qui permet d'envisager des effets combinés proches de 1 donc avec un effet très faibles.

Corrélation	Entre les variables EMD85	Entre les variables EMD95	Entre les évolutions des variables EMD85-EMD95
Localisations (l) et motorisation (m)	-0,077	0,154	-0,051
Localisations (l) et offre des transports en commun (tc)	0,009	0,005	-0,009
Localisations (l) et offre de la voiture particulière (vp)	-0,017	-0,048	-0,011
Motorisation (m) et offre des transports en commun (tc)	0,049	0,227	-0,008
Motorisation (m) et offre de la voiture particulière (vp)	0,048	0,186	-0,026
Offre des transports en commun (tc) et offre de la voiture particulière (vp)	0,946	0,886	0,005

Tableau 1 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1985 et 1995 et entre l'évolution de variables de 1985 à 1995, sur le périmètre 1985. Source : EMD 85, EMD 95

Corrélation	Entre les variables EMD85	Entre les variables EMD06	Entre les évolutions des variables EMD85-EMD06
Localisations (l) et motorisation (m)	-0,077	0,189	-0,067
Localisations (l) et offre des transports en commun (tc)	0,009	0,038	-0,032
Localisations (l) et offre de la voiture particulière (vp)	-0,017	-0,045	-0,007
Motorisation (m) et offre des transports en commun (tc)	0,051	0,314	0,017
Motorisation (m) et offre de la voiture particulière (vp)	0,049	0,234	-0,038
Offre des transports en commun (tc) et offre de la voiture particulière (vp)	0,946	0,825	-0,133

Tableau 2 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1985 et 2006 et entre l'évolution de variables de 1985 à 2006, sur le périmètre 1985. Source : EMD 85, EMD 06

Corrélation	Entre les variables EMD95	Entre les variables EMD06	Entre les évolutions des variables EMD95-EMD06
Localisations (l) et motorisation (m)	0,182	0,205	0,052
Localisations (l) et offre des transports en commun (tc)	0,026	0,053	-0,006
Localisations (l) et offre de la voiture particulière (vp)	-0,018	-0,016	-0,007
Motorisation (m) et offre des transports en commun (tc)	0,229	0,329	-0,046
Motorisation (m) et offre de la voiture particulière (vp)	0,198	0,256	-0,010
Offre des transports en commun (tc) et offre de la voiture particulière (vp)	0,897	0,845	-0,031

Tableau 3 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1995 et 2006 et entre l'évolution de variables de 1995 à 2006, sur le périmètre 1985. Source : EMD 95, EMD 06

Corrélation	Entre les variables EMD95	Entre les variables EMD06	Entre les évolutions des variables
Localisations (l) et motorisation (m)	-0,062	0,105	-0,040
Localisations (l) et offre des transports en commun (tc)	0,012	0,035	0,006
Localisations (l) et offre de la voiture particulière (vp)	-0,037	-0,042	0,006
Motorisation (m) et offre des transports en commun (tc)	0,009	0,183	0,016
Motorisation (m) et offre de la voiture particulière (vp)	0,019	0,119	0,001
Offre des transports en commun (tc) et offre de la voiture particulière (vp)	0,874	0,812	-0,047

Tableau 4 Coefficient de corrélation entre les variables des enquêtes ménages déplacements de 1995 et 2006 et entre l'évolution de variables de 1995 à 2006, sur le périmètre 1995. Source : EMD 95, EMD 06

4- Calage du modèle

Après avoir défini la formulation des variables, il déterminer la formulation du partage modal en fonction des variables. Comme mentionné section 1, la part des transports en commun à l'échelle de l'agglomération s'écrit :

$$P_{TC} = \sum_{ij} l_{ij} * P_{ij} \tag{20}$$

$$P_{TC} = \sum_{ij} l_{ij} * g(m_{ij}, tc_{ij}, vp_{ij}) \tag{21}$$

Avec g, une fonction à déterminer.

4.1. Expression de la fonction de partage modale g

L'expression communément admise du partage modal entre deux modes est de forme logit (Bonnel,1 2004).

$$P_{ij} = \frac{1}{1+e^{g}}, \text{soit } g = ln\left(\frac{1}{P_{ij}} - 1\right) \quad (22)$$

Où g représente la différence d'utilité entre les deux modes et s'exprime généralement sous une forme linéaire qui dépend des variables explicatives choisies. Nous reprenons donc les trois variables : motorisation, temps généralisé de la voiture particulière, temps généralisé des transports en commun en ajoutant le terme résiduel (r) qui représente l'ensemble des autres facteurs inconnus.

$$g = a * m + b * vp + c * tc + \varphi(r) \quad (23)$$

L'offre de stationnement est souvent identifiée comme une variable importante du choix modal. Nous ne disposons toutefois pas de données sur le stationnement sur les trois dates d'enquête. Pour limiter le biais d'estimation des paramètres de la fonction d'utilité nous ajoutons une variable de stationnement dont l'objectif est de schématiser la contrainte de stationnement au centre de l'agglomération Lyonnaise. Cette variable est introduite par une variable binaire (B=1 si la destination du déplacement se situe au centre de Lyon, B=0 sinon). Nous obtenons la formulation suivante :

$$g = a * m + b * vp + c * tc + B1 + B2 + \varphi(r) \quad (24)$$

Avec $B1$=1 si la destination du déplacement est l'hyper centre de Lyon. $B1$=0 sinon ;
$B2$=1 si la destination du déplacement est le reste de Lyon ou Villeurbanne $B2$=0 sinon.

4.2. Calage du modèle

Pour le calage de g, nous faisons l'hypothèse usuelle d'une distribution en moyenne nulle des résidus. Une fois le modèle estimé, il devient possible de calculer le terme résiduel pour chacune des origine-destination

$$\varphi(r) = ln\left(\frac{1}{P_{ij}} - 1\right) - (a * m + b * vp + c * tc + B1 + B2) \quad (25)$$

Nous avons retenu le découpage en secteur de tirage pour réduire le problème de la taille de l'échantillon pour les variables de population ou ménage. Toutefois en termes d'origine-destination, nous avons des flux parfois faibles. Nous effectuons donc une estimation en pondérant chaque origine-destination par son poids dans l'ensemble des déplacements. Nous avons également traité le cas des parts de marché des transports en commun proches de zéro. En effet, une part de marché égale à 1% par exemple connue à 1% près induira un pourcentage d'erreur de 100%. Ainsi, pour le calage, les origines/destinations avec des parts de marché des transports en commun inférieures à 3% ne seront pas prises en compte. Elles sont par contre prises en considération pour le calcul des différents effets à la fin de l'étude.

Le logit binomial peut être transformé simplement sous forme de régression linéaire. Nous présentons les résultats des estimations dans les figures 17 à 19.

```
Call:
lm(formula = PartTC ~ m + TC + VP + B1 + B2, data = Tab12, weights = FluxN)

Weighted Residuals:
      Min        1Q    Median        3Q       Max
-0.093369 -0.008614 -0.001941  0.003753  0.136246

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.103e+00  3.506e-02   31.47   <2e-16 ***
m            3.310e-01  2.010e-02   16.46   <2e-16 ***
TC           1.755e-04  1.055e-05   16.63   <2e-16 ***
VP          -3.493e-04  1.821e-05  -19.18   <2e-16 ***
B1          -1.230e+00  4.607e-02  -26.70   <2e-16 ***
B2          -7.024e-01  3.758e-02  -18.69   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01414 on 7387 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2355,    Adjusted R-squared:  0.235
F-statistic: 455.1 on 5 and 7387 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Figure 17 Résultats de la régression linéaire réalisée avec R pour le périmètre 85 avec les Origines/destinations de 1985, 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95, 06

```
Call:
lm(formula = PartTC ~ m + TC + VP + B1 + B2, data = Tab12, weights = FluxN)

Weighted Residuals:
      Min        1Q    Median        3Q       Max
-0.105938 -0.010190 -0.002195  0.004190  0.149022

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.157e+00  3.962e-02   29.21   <2e-16 ***
m            2.628e-01  2.090e-02   12.58   <2e-16 ***
TC           2.143e-04  1.322e-05   16.21   <2e-16 ***
VP          -3.540e-04  2.034e-05  -17.40   <2e-16 ***
B1          -1.362e+00  5.604e-02  -24.30   <2e-16 ***
B2          -8.294e-01  4.349e-02  -19.07   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01682 on 5990 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2616,    Adjusted R-squared:  0.261
F-statistic: 424.5 on 5 and 5990 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Figure 18 Résultats de la régression linéaire réalisée avec R pour le périmètre 85 avec les Origines/destinations de 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95, 06

```
Call:
lm(formula = PartTC ~ m + TC + VP + B1 + B2, data = Tab12, weights = FluxN)

Weighted Residuals:
      Min        1Q    Median        3Q       Max
-0.122032 -0.011031 -0.002770  0.004562  0.125283

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  8.575e-01  5.599e-02   15.31   <2e-16 ***
m            8.297e-01  5.245e-02   15.82   <2e-16 ***
TC           2.388e-04  1.555e-05   15.36   <2e-16 ***
VP          -4.096e-04  2.381e-05  -17.20   <2e-16 ***
B1          -1.348e+00  6.190e-02  -21.78   <2e-16 ***
B2          -8.046e-01  4.929e-02  -16.32   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01818 on 4513 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3002,    Adjusted R-squared:  0.2994
F-statistic: 387.2 on 5 and 4513 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Figure 19 Résultats de la régression linéaire réalisée avec R pour le périmètre 95 avec les Origines/destinations de 1995 et 2006. Source : EMD, 95, 06

5- Résultats de l'application de la méthode de décomposition des effets

Nous analysons, dans un premier temps, l'impact des effets combinés liés à l'existence de corrélations entre l'évolution des variables. Ensuite, nous analysons les effets simples pour tenter d'expliquer l'évolution de la répartition modale entre 1985 et 2006 et identifier la contribution des facteurs étudiés.

5.1. Effets combinés

Les résultats de la méthode de décomposition des effets (voir annexe 1) montrent que les valeurs des effets triples et quadruples sont relativement faibles. En revanche des effets doubles impliquant les autres facteurs dépassent les 2%, par exemple l'effet double avec la motorisation pour l'évolution 1995/2006 et 1985/2006, avec la localisation pour 1985/1995 et avec les temps généralisés de la voiture particulière pour 1985/2006. En revanche, les autres effets sont le plus souvent très faibles, à l'exception des effets doubles avec la localisation entre 1985 et 2006 sur le périmètre 1985. La faible corrélation entre l'évolution des variables entre les dates d'enquête permet donc bien de limiter les effets combinés. En revanche, c'est moins vrai des autres facteurs qui ne sont pas définis, mais obtenus à partir des résultats de l'estimation du modèle logit.
Ces effets malgré tout limité conduisent à un produit des effets combinés (tableau 5) qui reste limité au regard des effets simples que nous présentons dans les tableaux suivants (tableau 6).

Effets combinés	85/95 (P85)	95/06 (P85)	85/06 (P85)	95/06 (P95)
	-4,1%	-1,9%	-4,3%	-5,4%

Tableau 5 Résultats de la méthode de décomposition des effets. Effets simples calculés sur le périmètre de l'EMD 85. Source : EMD 85, 95, 06

5.2. Effets simples

Les effets simples sont définis comme suit en prenant l'exemple de l'effet localisation

$$y(l)= E(l)-1 \quad (26)$$

Avec E(l) étant l'effet des localisations, y(l) est exprimé en pourcentage.
Le tableau 6 présente les effets simples de chacun des facteurs sur l'évolution de la part de marché des transports en commun entre les différentes dates d'enquêtes et pour les deux périmètres.

	Localisation	Motorisation	TC	VP	R (« autres facteurs)
85/95 (P85)	-5,3%	-2,8%	2,5%	6,4%	-5,3%
95/06 (P85)	-4,5%	-1,8%	2,9%	5,5%	21,4%
85/06 (P85)	-8,5%	-4,7%	4,6%	11,1%	17,2%
95/06 (P95)	-5,2%	-4,1%	2,7%	5,7%	27,5%

Tableau 6 Résultats de la méthode de décomposition des effets. Effets simples calculés sur le périmètre de l'EMD 85. Source : EMD 85, 95, 06

Les signes des impacts des différents facteurs suivent une logique économique. L'évolution de la localisation des origine-destination des déplacements impacte négativement la part de marché avec un effet de l'ordre de 4/5% par décennie. L'effet localisation a tendance à se réduire dans le temps à périmètre constant, mais pas si l'on prend en considération un périmètre évolutif qui prend mieux en compte le fait que l'étalement urbain se produit de plus en plus loin avec le temps.
Lors des précédents travaux utilisant la même méthodologie (Bonnel, Cabanne, 2000) nous avions obtenu des résultats similaires malgré des différences dans l'application de la méthode. En effet faute de disposer d'un modèle transport, nous avions récupéré des temps généralisés issus de deux modèles différents. De plus, les données portaient sur les EMD 1976, 1985 et 1995. La faiblesse des effectifs de l'enquête de 1976, nous avait conduits à travailler sur un zonage en 25 zones. Mais nous étions parvenu également à un impact du facteur localisation de 8 à 10% selon la formulation de la fonction g (nous avions testé des formulations différentes des équations 23/24 qui donnaient de petites variations des résultats). De même, l'élargissement du périmètre de 1976 (plus restreint que celui de 1985) au périmètre de 1985 conduisait à une augmentation de l'effet localisation.
Nous observons des résultats relativement constants dans le temps alors que l'évolution des localisations des ménages a évolué dans le temps. L'étalement urbain d'après-guerre s'est produit avec une diminution de la population des zones centrales des agglomérations. Mais depuis les années 90, si l'étalement urbain se poursuit, les centres d'agglomération sont redevenus attractifs et connaissent souvent des croissances de population. Cette constance de l'effet localisation est probablement liée au fait que le facteur localisation ne mesure probablement pas que l'étalement urbain, mais aussi la dissociation entre la localisation du domicile et la localisation des activités. Cette dissociation est particulièrement nette pour la relation domicile-travail avec un allongement de la distance pour ce motif (Cabrera, Bonnel, 2016), mais s'observe aussi pour l'ensemble des déplacements.

L'effet de l'augmentation de la motorisation est plus modéré avec un impact de l'ordre de 2% par décennie, soit 4,7% en 20 ans sur le périmètre 1985. L'élargissement du périmètre augmente l'effet entre 1995 et 2006. Il ne faut toutefois pas oublier la définition de la motorisation en termes de motorisation de l'origine-destination, qui vient en quelque sorte

neutraliser l'impact combiné de la motorisation et de l'étalement urbain, la motorisation étant systématiquement plus élevé à mesure que l'on s'éloigne du centre. Il s'agit donc en quelque sorte d'une évolution de la motorisation à structure spatiale des déplacements constante.
Dans le précédent rapport, la baisse était nettement plus significative avec -11 à 15% selon la formulation de la fonction g entre 1976 et 1995. L'impact de l'application de la méthode est difficile à identifier, mais il probable que l'effet de la motorisation a tendance à s'estomper dans le temps (Pantieri et al, 2014). Le renouvellement des générations a longtemps soutenu la croissance de la motorisation particulièrement chez les personnes de plus de 60 ans. Cet effet est aujourd'hui terminé chez les hommes et se réduit chez les femmes. De plus, il s'accompagne d'une démotorisation des plus jeunes dans les zones centrales (Licaj et al, 2014 ; Pantieri et al, 2014). Si cette évolution se poursuit, il est probable que l'effet motorisation devienne marginal voire impact positivement l'usage des transports collectifs si le vieillissement des jeunes générations s'effectuent avec un maintien d'une faible motorisation.

Le développement important de l'offre de transport collectif dans les décennies précédentes impacte la part de marché des transports collectifs positivement avec un effet offre TC de l'ordre de 2,5% par décennie. L'élargissement du périmètre réduit un peu l'impact. Ce résultat est logique la croissance de l'offre étant plus significative dans les zones centrales comparativement aux périphéries plus lointaines. On aurait pu s'attendre à un effet plus important. Nous ne prenons en compte ici que l'impact de l'évolution de l'offre sur les temps généralisés. Il est certain que les effets de seuil liés par exemple aux lignes fortes, la plus grande régularité, l'élargissement de l'amplitude de service ou la plus grande permanence de l'offre le week end ou pendant les périodes de congé impactent également l'usage des transports collectifs. Enfin le développement des autres services à la mobilité, même s'ils peuvent être concurrents des transports collectifs, sont aussi complémentaires et facilitent une mobilité sans voiture. Nous ne prétendons donc pas mesurer la totalité de l'impact de l'offre de l'offre, mais uniquement l'impact de l'évolution de l'offre sur les temps généralisés de transports collectifs. Enfin, nous analysons toujours un impact de l'évolution de l'offre de transports collectifs à structure spatiale des déplacements constante.
Les travaux précédents avaient également mis en évidence un impact plus élevé de l'effet de la croissance de l'offre avec +10 à 15% entre 1976 et 1995 selon la formulation de la fonction d'utilité g. Au-delà des différences de méthodologie qui peuvent impacter les résultats, la période 1976-95 est celle de la création du métro dans l'agglomération lyonnaise qui a eu un fort impact sur les temps de parcours. Depuis 1995, la croissance de l'offre s'appuie davantage sur la création de ligne de tramway, de lignes fortes… qui ont un impact important sur l'usage, mais moins spectaculaire sur les temps de parcours et donc les temps généralisés.

L'impact de l'offre routière est plus difficile à bien identifier. La vitesse moyenne automobile ne s'est pas vraiment détériorée dans l'agglomération lyonnaise. Mais ce résultat est issu d'un double mouvement contradictoire. D'une part un étalement urbain et une périphérisation des flux qui a tendance à accroître la vitesse moyenne, d'autre part une croissance de la congestion à origine-destination constante. La mesure que nous utilisons dans cette recherche est toujours une mesure à structure spatiale des déplacements donnée (l'effet de l'évolution des localisations est traduit par l'effet localisation). Ainsi, nous mesurons la croissance de la congestion à origine-destination donnée. C'est la raison pour laquelle l'impact de l'offre routière est positif pour l'usage des transports collectifs avec une croissance de 5 à 6% par décennie. C'est donc l'impact le plus important parmi les quatre effets estimés.
La comparaison avec le rapport précédent montre un doublement de l'effet de la congestion. C'est probablement le résultat d'une politique globalement moins favorable à la voiture ces

dernières années comparativement aux décennies 70 et 80. Le développement du métro ne s'est pas fait au détriment de la voiture, puisque le métro circulant en sous-sol ne réduit pas la capacité des infrastructures routières, au contraire même parfois du fait de la réduction du nombre de bus et d'un report modal. A l'inverse, la création du tramway réduit significativement l'offre routière en s'accompagnement de politique de régulation des feux défavorable aux temps en voiture particulière. Enfin, ces dernières années ont vu le développement de « micro » mesures de régulation des bus avec parfois des couloirs réservées, mais plus souvent des accès privilégiés à l'approche des feux qui améliorent les temps de parcours des transports collectifs mais augmentent aussi significativement ceux de la voiture. C'est ce double effet d'une politique favorable aux transports collectifs, mais aussi défavorable à la voiture qui explique l'amplification de l'effet offre VP (toujours mesuré en temps généralisé à structure spatiale donnée des déplacements).

Reste le dernier terme avec les « autres facteurs » qui regroupent tout ce que l'on n'est pas parvenu à expliquer avec la localisation la motorisation et les offres VP et TC. Ils sont relativement limités entre 1985 et 1995 avec un effet négatif sur l'usage des transports collectifs de 5%. A l'inverse, ils sont très importants avec une forte croissance de plus de 20% en faveur des transports collectifs entre 1995 et 2006. Ces résultats signifient que l'évolution des 4 variables prises en compte qui sont également celles qui sont le plus souvent prises en compte dans les modélisations transport ne suffit plus à expliquer l'évolution de la part de marché des transports collectifs. D'autres facteurs non identifiés dans cette recherche pourraient expliquer la croissance de l'usage des transports collectifs. On peut évidemment penser à des évolutions de facteurs démographiques, même s'il est peu probable qu'ils puissent expliquer un renversement de tendance aussi net. C'est ce que nous abordons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III : L'impact de l'évolution de la structure sociodémographique

Dans le chapitre précédent, nous avons retenu les variables de localisation, de motorisation et d'offre de transport à travers les temps généralisés de la voiture et des transports collectifs. Nous avons constaté que la part non expliquée était importante entre 1995 et 2006 et de plus qu'elle présentait un signe opposé par rapport à la décennie précédente. L'objectif de ce chapitre est de tenter d'identifier l'impact de l'évolution de l'effet de structure des caractéristiques sociodémographiques, socioéconomiques sur les parts modales. Nous décrivons la méthodologie retenue puis présentons les résultats.

1- Méthodologie

Nous souhaitons mesurer l'effet des changements de structure sociodémographique et socioéconomique sur l'évolution des parts modales de transport à travers deux décennies.
La méthode s'applique en deux temps. Nous constituons tout d'abord, sur l'EMD 1985, des groupes d'individus aux comportements modaux les plus homogènes possibles à partir des principaux déterminants sociodémographiques. Nous appliquons ensuite les comportements de 1985 de chacun des segments ainsi constitués aux données sociodémographiques de 1995 et de 2006. Nous pouvons ainsi mesurer l'impact de l'évolution de la structure sociodémographique en considérant une stabilité des comportements modaux entre 1985 et 2006.

a- Données

Nous utilisons les données des EMD 1985, 1995 et 2006. Pour que les données soient comparables, seuls les ménages résidant dans le périmètre de l'EMD 85 ont été pris en compte. Notre analyse est conduite en termes de sorties du domicile ce qui permet de neutraliser l'impact des arrêts au cours d'un déplacement principal. Une sortie représente la succession des déplacements et des activités réalisés entre un départ du domicile et le retour successif au domicile. Pour chaque sortie, nous définissons l'activité principale à partir des activités réalisées pendant la sortie. Nous utilisons une définition qui prend en compte le degré de contrainte théorique de chaque activité. L'activité travail est considérée comme la plus contrainte, suivi des études, des achats/services, de l'accompagnement et enfin des loisirs et autres motifs résiduels. Nous décomposons ensuite la sortie en deux chaines aller entre le motif domicile et le motif principal, puis retour entre l'activité principale et le domicile. Cette définition permet de simplifier le schéma d'activités des individus pour l'application de la méthode de segmentation. Elle présente également l'avantage d'être moins sensible à la qualité du travail de l'enquêteur pour saisir les arrêts au cours des sorties du domicile, sachant que cette qualité a pu évoluer dans le temps entre 1985, 1995 et 2006.

b- Segmentation : construction de l'arbre

Afin de comparer les pratiques modales de 1985 à 2006, nous proposons une segmentation en fonction des variables déterminantes du choix du mode de transport. Un arbre de segmentation est un outil permettant de regrouper des personnes de la manière la plus homogène possible en fonction des caractéristiques définies. Ce regroupement est effectué sous la forme d'un arbre avec plusieurs branches. Lors de précédents travaux de Gitton (2006) et de Cabrera Delgado (2014) nous avons étudié les différentes formes de segmentation possibles. Nous avions retenu l'algorithme CHAID. L'avantage de cet arbre est qu'il produit des résultats faciles à interpréter. Pour chaque division, l'algorithme recherche la variable prédictive qui a le plus fort pouvoir explicatif sur la variable à expliquer. La spécificité de cet

arbre est sa capacité à créer plusieurs divisions pour chaque étape. Nous paramétrons la segmentation de telle sorte que l'arbre soit binaire, c'est-à-dire qu'un nœud racine produit au plus deux nœuds fils. Nous fixons une taille minimale de 50 personnes pour chaque segment afin de garantir une précision minimale de la mesure de la variable à expliquer à l'intérieur de chaque segment.

Nous cherchons à identifier des profils individuels d'usages des modes de transport. Il faut donc construire une variable résumant les caractéristiques modales au niveau de l'individu. L'usage des modes pouvant être différent selon les motifs de déplacements, nous avons croisé les dimensions modales avec les motifs de chaines de déplacements en retenant la combinaison de motifs suivante :

- Travail
- Etudes
- Achats-Services-Loisirs-Autre
- Accompagnement

Et pour le mode

- Voiture + Deux roues motorisées (+ autre)
- Transports Collectifs
- Mode Lent (comprenant la marche à pied et le vélo)

La définition des motifs de chaînes de déplacements a été précisée dans le paragraphe précédent. Pour les modes, nous avons procédé en deux temps :

- Définition d'un mode unique pour chaque déplacement, puisque l'EMD permet d'identifier tous les modes utilisés au cours d'un même déplacement. Nous avons retenu le mode transports collectifs, si le déplacement comporte l'usage d'au moins un mode de transports collectifs, même si cela est fait en combinaison avec la voiture ou les modes lents. Ensuite, nous avons retenu la voiture + 2roues motorisés si la voiture, un deux roues motorisés ou un autre mode motorisé est utilisé. Les autres déplacements ont été inclus dans les modes lents. Ils comprennent principalement la marche à pied et le vélo ;
- Définition d'un mode unique pour la sortie du domicile. Nous avons retenu le mode du premier déplacement de la sortie. Lors de précédents travaux, nous avions pu constater que plus de 95% des sorties étaient unimodales (avec la définition précédente pour les déplacements).

Nous avons ensuite utilisé les chaines de déplacements ainsi définies pour construire des profils de pratique modale croisant 3 modes et 4 motifs, soit 12 modalités. La variable créée est ainsi un vecteur de taille 12 dont chacune des valeurs est égale à 0 ou à 1. La valeur est égale à 1 si l'enquêté a opté pour la combinaison mode*motif considérée, 0 dans le cas contraire. Si par exemple un individu réalise une chaine de déplacement en voiture pour le motif travail puis prend les TC pour une autre chaine de motif achat, son profil est codé comme étant 100001000000. La variable à expliquer de l'arbre est le profil de mobilité qui est une représentation de l'ensemble des chaines effectuées par un individu. Cette variable contient 128 modalités pour la population 1985 et 138 modalités en 1995. La segmentation est effectuée grâce au logiciel R avec les packages chaid et rpart.

Les variables à retenir pour la construction de l'arbre de segmentation doivent être celles qui ont un fort pouvoir explicatif sur le choix du mode de transport. Dans le même temps, nous devons également privilégier des variables traduisant le mieux les évolutions sociodémographiques entre 1985 et 2006, notre ambition étant de quantifier l'impact de l'évolution de la structure sociodémographique. Nous avons pour cela mobilisé les travaux effectué dans les phases précédentes du projet de recherche EVOLMOB (Pantieri et al., 2014 ; Licaj et al., 2014).

Variable	Modalité
Statut	Actif
	Primaire
	Collégien/Lycéen
	Etudiant
	Foyer
	Retraité
	Autre
Age	-18 ans
	18-29 ans
	30-59ans
	+60 ans
Sexe	Homme
	Femme
Niveau Motorisation	Aucune voiture dans le ménage
	Plus de permis que de voiture dans le ménage
	Moins ou autant de permis que de voiture dans le ménage
Localisation	1 Hypercentre
	2 Reste de Lyon + Villeurbanne
	3 Première couronne Est
	4 Première couronne Ouest
	5 Deuxième couronne Est
	6 Deuxième couronne Ouest
	7 Troisième couronne Est
Structure Ménage	1 Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint (seul, avec enfant(s) majeurs ou avec autre(s))
	2 Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant (éventuellement avec enfant(s) majeur(s) ou avec autre(s))
	3 Présence d'enfant(s) dans le ménage
	4 Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant (éventuellement avec enfant(s) majeur(s) ou avec autre(s))
	5 Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant (seul ou avec autre(s))

Tableau 7 Variables explicatives de l'arbre CHAID. Source : EMD 85, 95, 06

Parmi les principaux enseignements, nous avons mis en évidence l'incidence de la variable « âge de la personne ». Les jeunes délaissent peu à peu la voiture sans savoir si cela traduit un abandon progressif de ce mode ou un décalage dans la date de l'obtention du permis de conduire, puis de l'acquisition d'une voiture et enfin de son usage d'où l'intérêt de rajouter la variable âge ainsi que le niveau de motorisation dans notre modèle. Nous avons également observé un « *mouvement de rattrapage des niveaux féminins d'usage de la voiture* » ce qui nous incite à inclure la variable sexe pour construire l'arbre. Le taux de motorisation baisse chez les ouvriers en raison des contraintes financières alors que dans les familles aisées, le véhicule est abandonné par les jeunes qui lui préfèrent les transports collectifs, mais aussi les

autres services de mobilité comme le vélo (éventuellement en libre-service). Il serait intéressant d'utiliser la variable revenu, mais le taux de non-réponse est trop élevé. Nous préférons le statut qui permet en partie de rendre compte de cette information tout en différenciant les actifs et étudiants au regard des motifs de déplacement. L'évolution de l'usage des modes est liée en partie aux évolutions du cycle de vie, ce qui nous conduit à retenir une variable de structure du ménage. Enfin, nous retenons une variable territoriale avec la localisation du ménage en 7 zones (figure 7) pour tenir compte d'évolution modale nettement plus marqué dans les centres d'agglomérations que dans les périphéries. Nous présentons les variables finalement retenues avec leurs modalités dans le tableau 7.
La segmentation effectuée par R nous donne respectivement 70 et 72 segments pour la population des EMD85 et 95. Les arbres de segmentation sont disponibles en annexes 2 et 3.
Nous utilisons la segmentation de 1985 pour tester l'influence de l'évolution de la structure sociodémographique observée dans les EMD de 1995 et 2006. La segmentation de 1995 est utilisée pour tester l'influence de l'évolution de la structure sociodémographique observée dans l'EMD de 2006. Sur les trois EMD, chaque personne va être rangée dans une classe en fonction de son profil de mobilité. En prenant pour exemple l'arbre construit à partir de la population 1995, nous calculons les parts modales de 1995 pour chaque classe. Connaissant le nombre de personnes pour chaque classe, nous pouvons alors estimer les parts de modales de 2006 avec les comportements de 1995 :

$$PTC06_{95} = \frac{\sum_{segment\ de\ 1\ à\ I} PTC95_i * Psegment06_i}{\sum_{segment\ de\ 1\ à\ I} Psegment06_i} \quad (27)$$

- Avec $PTC06_{95}$, la part des TC en 2006 avec les comportements observés en 1995 ;
- $PTC95_i$, la part des TC en 1995 pour le segment i (variant de 1 à I) ;
- $Psegment06_i$, le nombre personnes en 2006 au sein du segment i (variant de 1 à I).

Cette opération est réalisée pour l'ensemble des modes de transports. Nous effectuons la même estimation en 1995 et 2006, mais cette fois avec les comportements de 1985 et la segmentation de 1985. Nous pouvons ainsi mesurer l'effet des changements de structure sociodémographique sur la répartition modale en faisant l'hypothèse d'une constance des comportements de répartition modale au sein de chacun des segments de population.

2- Impact sur le partage modal de l'évolution de la structure sociodémographique de la population lyonnaise

Nous présentons l'analyse de la contribution de l'effet du changement de structure sociodémographique pour chacun des modes considérés entre 1985 et 1995 (section 2.1), entre 1995 et 2006 (section 2.2) pour terminer avec l'analyse de l'évolution sur les 20 ans entre 1985 et 2006 (section 2.3).

2.1. Contribution importante sur les TC de l'effet du changement de structure de la population entre 1985 et 1995

Nous présentons l'impact de l'évolution de la structure sociodémographique sur le partage modal (tableau 8) et sur le nombre de chaines de déplacements par mode (tableau 9). Cette analyse est conduite en faisant l'hypothèse d'une constance des comportements modaux et du nombre de chaines de déplacements à l'intérieur de chacune des classes de la segmentation présentée dans le chapitre précédent. Pour chacun des tableaux, nous présentons :

- La part modale ou le nombre de chaînes par mode en 1985 selon les résultats de l'EMD 1985 ;
- La part modale ou le nombre de chaînes par mode que l'on obtient en 1995 en tenant compte de l'évolution de la structure sociodémographique de la population, mais en gardant constant les comportements modaux de 1985 au sein de chacune des classes de la segmentation ;

- La part modale ou le nombre de chaînes par mode en 1995 selon les résultats de l'EMD 1995 ;
- L'écart en pourcentage entre les parts modales ou le nombre de chaines par mode entre les EMD de 1985 et 1995 qui correspond à la variation observée entre les deux EMD ;
- La contribution de l'effet de changement de structure sociodémographique qui correspond à la variation en pourcentage entre la part modale observée dans l'EMD 1985 (colonne 1) et l'estimation de la part modale en 1995 avec les comportements de 1985 (colonne 2) ;
- Contribution de l'effet autre, qui correspond à la différence des deux colonnes précédentes, c'est-à-dire la part de l'écart entre les données observées des EMD 1985 et 1995 qui n'est pas expliquée par l'évolution de la structure sociodémographique.

Modes	Part modale 1985	Estimation de la part modale en 1995 avec les comportements de 1985	Part modale 1995	Différence entre EMD 1985 et 1995	Contribution Effet changement de structure	Contribution Effet autre
TC	17,1%	17,6%	17,5%	2,4%	3,3%	-1,0%
Mode Lent	38,1%	38,3%	34,9%	-8,6%	0,3%	-8,9%
VP-2RM	44,8%	44,1%	47,7%	6,4%	-1,5%	7,9%

Tableau 8 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 1995 sur les parts modales et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 1995. Source : EMD 85, 95

Modes	Nombre de chaines de déplacements 1985	Estimation du nombre de chaines en 1995 avec les comportements de 1985	Nombre de chaines de déplacements 1995	Différence entre EMD 1985 et 1995	Contribution Effet changement de structure	Contribution Effet autre
TC	256 236	289 196	286 506	11,8%	12,9%	-1,1%
Mode Lent	573 137	627 876	572 235	-0,2%	9,6%	-9,7%
VP-2RM	673 375	724 463	782 795	16,3%	7,6%	8,7%

Tableau 9 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 1995 sur le nombre de déplacements par mode et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 1995. Source : EMD 85, 95

Les analyses sont un peu différentes entre les deux tableaux car le nombre total de sorties du domicile a augmenté de 9,2% entre 1985 et 1995. Il y a un accroissement de la population de 7,9% dans le périmètre étudié entre ces deux dates ce qui accentue mécaniquement le nombre de déplacements total. Les effets du changement du nombre de personnes au sein de chacune des classes de la segmentation sont donc plus importants en nombre de chaines (tableau 9) qu'en pourcentage modal (tableau 8).
La part des transports collectifs a augmenté de 2,4% entre les EMD de 1985 et de 1995 alors que le taux de variation entre la part des TC entre 1985 et l'estimation de 1995 tenant compte des changements de structure sociodémographique mais avec les comportements de 1985 est

de 3,3% (tableau 8). L'accroissement de la part des transports en commun observée entre les EMD de 1985 et de 1995 est donc en grande partie expliqué par l'effet des changements de structure. Le premier nœud de notre arbre est réalisé grâce à la variable statut ce qui signifie que celle-ci détient le plus fort pouvoir explicatif sur les profils individuels quotidiens croisant motif et mode parmi les variables socioéconomiques sélectionnées. La part des actifs au sein de notre échantillon est en baisse entre 1985 et 1995 (45,5% en 1985 contre 42% en 1995). Or les actifs détiennent une part TC plus faible par rapport au reste de la population (14,5% contre 17,05% pour la population totale en 1985 ; 13,2% contre 17,5% pour la population totale en 1995). Par ailleurs la part TC des actifs est en baisse de 8,5% entre 1985 et 1995. L'augmentation de la part TC entre 1985 et 1995 pourrait donc être expliquée en partie par la baisse de la part d'actifs. Nous revenons sur une analyse par variable sociodémographique dans la section suivante.
A contrario l'usage de la voiture est plus important parmi les actifs (63,9% contre 44,8% pour la population totale en 1985 ; 65,8% contre 47,7% en 1995). La baisse de la part d'actifs pourrait expliquer la contribution négative des changements de structure à l'évolution de la part modale de la voiture (-1,5%, tableau 8). Mais d'autres effets non liés aux changements de structure de la population pour les variables prises en compte dans notre segmentation ont un poids plus important entrainant une croissance de la part modale de la voiture de 6,42% entre 1985 et 1995.
De la même manière, nous ne pouvons pas expliquer la baisse de la part des modes lents (-8,6%, tableau 8) par les effets du changement de structure de la population entre 1985 et 1995. Nous calculons pour chaque classe, l'évolution de la part des modes lents. 5 classes présentent une forte chute de la part modale de mode lent (-42%) et ont des caractéristiques en commun : des personnes au foyer qui ont entre 30 et 59 ans, habitant plutôt en périphérie, n'habitant pas seul dans un ménage motorisé. A contrario, ces individus voient leur part VP accroître significativement (52%). Ces personnes auraient donc modifié leur comportement de mobilité entre 1985 et 1995.

En conclusion, si les changements de structure de population entre 1985 et 1995 expliquent une bonne part de l'évolution de la part modale des transports collectifs, ils ne suffisent pas à expliquer l'évolution des deux autres modes de transport.

2.2. Une contribution très limitée des effets de changement de structure de population entre 1995 et 2006 à l'évolution des pratiques modales

Modes	Part modale 1995	Estimation de la part modale en 2006 avec les comportements de 1995	Part modale 2006	Différence entre EMD 1995 et 2006	Contribution Effet changement de structure	Contribution Effet autre
TC	17,5%	17,5%	20,3%	16,5%	0,4%	16,2%
Mode Lent	34,9%	33,9%	35,1%	0,6%	-2,9%	3,4%
VP-2RM	47,7%	48,6%	44,6%	-6,5%	1,96%	-8,4%

Tableau 10 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1995 et 2006 sur les parts modales et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95, 06

Modes	Nombre de chaines de déplacements 1995	Estimation du nombre de chaines de déplacements en 2006 avec les comportements de 1995	Nombre de chaines de déplacements 2006	Différence entre EMD 1995 et 2006	Contribution Effet changement de structure	Contribution Effet autre
TC	286 506	286 767	332 960	16,2%	0,1%	16,1%
Mode Lent	572 235	554 415	573 918	0,3%	-3,1%	3,4%
VP-2RM	782 795	796 068	730 372	-6,7%	1,7%	-8,4%

Tableau 11 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1995 et 2006 sur le nombre de déplacements par mode et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1995 et 2006. Source : EMD 85, 95 et 06

A la différence de la période précédente, il y a une très légère diminution du nombre total de sorties du domicile entre 1995 et 2006 (-0,3%). Les effets de structure sont donc assez proches en part modale et en nombre de chaines de déplacements. La population s'est accrue de 4,8% entre 1995 et 2006 dans le périmètre étudié. Il y a eu donc une baisse globale de la mobilité exprimée en nombre de chaines de déplacements entre ces deux dates.
La part des transports collectifs a augmenté de 16,5% entre les EMD de 1995 et de 2006 (tableau 10). A l'inverse, la part de la voiture a diminué de 6,5% tandis que la part des modes lents est restée stable. L'impact de l'évolution de la structure sociodémographique de la population est comme dans la période précédente très limité. Il y a toutefois quelques différences en termes d'impact pour chacun des modes. L'impact est négligeable pour les transports, tandis qu'il est légèrement positif pour la voiture et un peu plus négatif pour les modes lents.
Les évolutions modales liées aux changements de structure de la population sont très faibles comparativement aux évolutions observées entre les deux EMD. Les changements de structure de population ont donc un pouvoir explicatif très faible sur l'évolution des parts modales. Pour les transports collectifs, ce résultat est donc contraire à celui de la première décennie étudiée. Dans le chapitre précédent, l'application de la méthode de décomposition des effets, a fourni un changement de signe des autres facteurs entre la première et deuxième décennie signifiant que les facteurs non pris en compte qui avaient un effet négatif sur l'évolution de la part modale des transports collectifs durant la première décennie ont un impact positif sur celle-ci entre 1995 et 2006. Il semble raisonnable de penser que cette évolution est en grande partie liée à des évolutions de comportements de mobilité.
Une analyse détaillée des classes montre que les étudiants habitant dans des ménages motorisés connaissent une forte progression de leur part modale des transports en commun entre 1995 et 2006 (+35%).
La part observée des modes lents a augmenté de 0,6% entre les EMD de 1995 et de 2006 (tableau 10). En nombre de déplacements, il y a une très légère augmentation entre 1995 et 2006 (0,3%, tableau 11). Contrairement aux transports collectifs, les effets de changements de structure de population et les changements de comportements de mobilité ont des poids équivalents mais opposés. Les effets de changements de structure de population auraient donc annulé l'effet des comportements de mobilité.

Des femmes de plus de 60 ans vivant en couple appartenant à des ménages fortement motorisés ont vu leur part de mode lent baisser de plus 21% entre 1995 et 2006. A contrario la part modale de la voiture particulière a augmenté de 10%. Ces évolutions sont expliquées en très grande partie par l'effet des comportements de mobilité. L'évolution du taux de possession du permis de conduire des plus de 60 ans est beaucoup plus forte chez les femmes entre 1995 et 2006 (de 47% à 69% pour les femmes contre 88% à 94% chez les hommes). Ces femmes délaissent les modes lents pour la voiture car elles ont davantage le permis. Il est important de souligner que ces femmes appartenaient déjà à des ménages motorisés, mais l'absence du permis ne leur permettait pas d'accéder à la voiture en tant que conductrice.

La contribution des effets de structure sociodémographique à l'évolution de l'usage des modes est donc très faible entre 1995 et 2006 et n'est pas du tout en mesure d'expliquer l'évolution de la part modale observée dans les EMD.

2.3. Des effets de l'évolution de la structure sociodémographiques très faibles sur 20 ans entre 1985 et 2006

Modes	Part modale 1985	Estimation de la part modale en 2006 avec les comportements de 1985	Part modale 2006	Différence entre EMD 1985 et 2006	Contribution Effet changement de structure	Contribution Effet autre
TC	17,1%	17,7%	20,3%	19,3%	3,7%	15,6%
Mode Lent	38,1%	37,6%	35,1%	-8,1%	-1,5%	-6,6%
VP-2RM	44,8%	44,8%	44,6%	-0,5%	-0,1%	-0,4%

Tableau 12 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 2006 sur les parts modales et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 2006. Source : EMD 85, 06

Modes	Nombre de chaines de déplacements 1985	Estimation du nombre de chaines de déplacements en 2006 avec les comportements de 1985	Nombre de chaines de déplacements 2006	Différence entre EMD 1985 et 2006	Contribution Effet changement de structure	Contribution Effet autre
TC	256 236	289 524	332 960	29,9%	13,0%	17,0%
Mode Lent	573 137	614 791	573 918	0,1%	7,3%	-7,1%
VP-2RM	673 375	732 935	730 372	8,5%	8,9%	-0,4%

Tableau 13 Estimation de l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 2006 sur le nombre de déplacements par mode et comparaison à l'évolution observée dans les EMD 1985 et 2006. Source : EMD 85, 06

Sur le périmètre de l'EMD 1985, le nombre de chaines de déplacements a augmenté de 9% entre 1985 et 2006 alors que le nombre de personnes résidant dans le périmètre s'est accru de 13%. Les effets de l'évolution du volume de chacun des segments de population est donc

relativement importante et systématiquement positive sur le chaine de déplacements par mode tableau 13). En revanche, en termes de structure (variation relative de chacun des segments de population), l'impact sur le partage modal est très faible (tableau 12). Les évolutions de structure sont légèrement favorables aux transports collectifs (+3,7%) et inversement impactent négativement la part des modes lents (-1,54%) et de manière marginale celle de la voiture (-0,1%).
En revanche, sur 20 ans au sein du périmètre de l'EMD 1985, les EMD mettent en évidence une forte évolution de la part de marché des différents modes de déplacements. La part des transports en commun a augmenté de 19,3% entre 1985 et 2006 (tableau 12). Inversement, la part des modes lents a baissé (-8%) tandis que celle de la voiture est presque stable (-0,5%).

Les effets de structure de la population n'expliquent donc qu'une très faible part de l'évolution des parts modales. L'évolution de la structure sociodémographique de la population a un effet légèrement positif sur la part de marché des transports collectifs principalement concentré sur la première décennie. Elle n'est de ce fait pas du tout en mesure d'expliquer la très forte croissance de la part de marché des transports collectifs qui se concentre surtout dans la seconde décennie. Nous pouvons dresser un contact similaire pour les modes lents, les changements de structure de population génèrent une légère baisse de la part de ce mode, mais ne suffisent pas à expliquer la forte baisse observée surtout dans la première période. Inversement, pour la voiture, les évolutions de part modale sont proches des effets liés aux évolutions de structure sociodémographique de la population, ce qui pourrait nous conduire à conclure que l'évolution de la part de marché de la voiture est expliquée par les évolutions de structure sociodémographique de la population. Ce résultat est toutefois trompeur si l'on analyse les résultats de chacune des décennies. Dans les deux périodes, les effets de structure sociodémographique sont de signes opposés de ceux de l'évolution de la part de marché de la voiture, ce qui laisse à penser que la similarité des évolutions entre 1985 et 2006 des effets de structure et d'évolution de la part de la voiture est assez largement fortuite et due à un renversement de tendance entre les deux décennies que l'on observe pas dans les évolutions sociodémographiques.
L'analyse montre surtout que les évolutions de structure sociodémographique ont des effets limités. C'est un résultat bien connu des démographes, les évolutions démographiques étant lentes et produisant des effets à l'échelle de l'ensemble de la population que sur des temps longs. Nous étudions dans la section suivante la contribution de chacune des variables sociodémographiques aux évolutions globales mesurées dans cette section.

3- Etude de l'impact de chaque variable dans la mobilité

Nous présentons tout d'abord la méthodologie employée (section 3.1), avant de présenter les résultats entre 1985 et 1995 (section 3.2), puis entre 1995 et 2006 (section 3.3) et de conclure sur l'ensemble de la période analysée entre 1985 et 2006 (section 3.4)

3.1. Méthodologie

L'analyse précédente nous a permis d'étudier l'impact de l'évolution de la structure sociodémographique de la population sur la part modale et l'usage des modes de transport. Dans cette section, nous cherchons à identifier la contribution de chacune des variables sociodémographiques entrant dans l'arbre de segmentation.
Pour effectuer cette analyse, nous calculons tout d'abord l'évolution en pourcentage du poids de chacune des modalités entre les différentes périodes. Le tableau 14 affiche les résultats. Prenons l'exemple de la variable genre pour illustrer le calcul entre 1985 et 1995 :

	Effectif EMD 1985	% de chaque classe (en colonne) EMD85	Effectif EMD 1995	% de chaque classe (en colonne) EMD95	Variation 95/85 en effectif	Variation 95/85 en pourcentage de chaque classe
hommes	434 795	48,81%	458 511	47,7%	1,055	0,978
femmes	456 028	51,19%	502 500	52,3%	1,102	1,021

Les résultats de la dernière colonne permettent de retrouver les données du tableau 14 avec une diminution de 2,2% du poids de la classe homme parmi l'ensemble de la population entre 1985 et 1995 et une augmentation de 2,1% pour les femmes

Pour chaque variable, nous utilisons ensuite la même méthode de calcul que celle utilisée dans la section précédente. Nous postulons toujours la constance des pratiques de mobilité mode*motif à l'intérieur de chacune des classes de la segmentation. Pour calculer l'impact de la variation de la structure de population d'une variable entre deux périodes, nous appliquons aux données de la première période, le taux de variation entre les deux périodes relatif à chacune des classes de la variable et pour chacun des segments de la segmentation obtenue par l'arbre CHAID. Nous obtenons ainsi la répartition modale à la période 2 qui aurait été obtenue avec la répartition de la population de la variable considérée à la période 2 si les comportements de la période 1 étaient resté inchangés. Nous prenons de nouveau l'exemple de la variable genre entre 1985 et 1995 pour illustrer le principe du calcul (en reprenant l'équation 27) :

$$PTC95genre_{85} = \frac{\sum_{segment\ de\ 1\ à\ I} PTC85_i * Psegment95genre_i}{\sum_{segment\ de\ 1\ à\ I} Psegment95genre_i} \quad (28)$$

- Avec $PTC95genre_{85}$, la part des TC en 1995 avec les comportements observés en 1985 et la répartition homme/femme de 1995 ;
- $PTC85_i$, la part des TC en 1985 pour le segment i (variant de 1 à I) ;
- $Psegment95genre_i$, le nombre personnes en 1995 au sein du segment i (variant de 1 à I) en tenant compte uniquement de la variation de la variable genre entre 1985 et 1995.

Le calcul de $Psegment95genre_i$, s'effectue de la manière suivante :

$Psegment85genre_i$ = nb d'hommes en 1985 + nb de femmes en 1985 au sein du segment i ;

$Psegment95genre_i$ = nb d'hommes en 1985*coeff de variation du poids des hommes entre 1985 et 1995 (soit -2,25%, tableau 14) + nb de femmes en 1985*coeff de variation du poids des femmes entre 1985 et 1995 (soit +2,14%, tableau 14) au sein du segment i.

La limite principale de cette méthodologie est la corrélation des variables entre elles qui n'est pas neutralisée. Lorsque l'on fait varier la répartition des hommes et des femmes, le poids des modalités des autres variables sociodémographiques évolue aussi du fait de cette corrélation. Il n'est donc pas possible de décomposer l'effet de structure calculé à la section 2 comme produit des effets de structure de chacune des variables sociodémographiques. Cette limite doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats des sections 3.2 à 3.4.

Variables	Modalités	1985/1995	1995/2006	1985/2006
Genre	Homme	-2,3%	0,01%	-2,2%
	Femme	2,1%	-0,01%	2,1%
Statut	Actif	-7,7%	12,6%	3,9%
	Primaire	-3,7%	-12,6%	-15,9%
	Collège/lycée	-6,1%	-3,3%	-9,2%
	Etudiant	47,4%	-19,2%	19,2%
	Retraité	28,4%	16,1%	49,0%
	Foyer	-33,2%	-51,7%	-67,7%
	Autre	45,4%	-11,4%	28,8%
Age	-18ans	-6,3%	-9,1%	-14,9%
	18-29ans	-3,8%	-8,0%	-11,5%
	30-59ans	-2,4%	5,3%	2,8%
	+60ans	23,5%	9,1%	34,8%
Localisation	Hypercentre	3,1%	2,4%	5,6%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	4,3%	2,8%	7,3%
	Première couronne Est	-12,4%	-8,9%	-20,2%
	Première couronne Ouest	-7,2%	-1,9%	-8,9%
	Deuxième couronne Est	1,6%	-8,9%	-7,5%
	Deuxième couronne Ouest	4,2%	4,7%	9,1%
	Troisième couronne Est	7,0%	4,1%	11,4%
Structure Ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	37,5%	14,8%	57,9%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	-10,9%	-8,0%	-18,1%
	Présence d'enfants dans le ménage	-10,3%	2,2%	-8,4%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	9,4%	-12,3%	-4,0%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	6,4%	17,9%	25,5%
Niveau Motorisation	0 voiture	1,2%	-1,7%	-0,6%
	Permis<=Voiture	10,3%	-7,7%	1,9%
	Permis>Voiture	-15,7%	15,7%	-2,5%

Tableau 14 Evolution en pourcentage de la répartition des variables de segmentation entre 1985/1995, 1995/2006 et 1985/2006. Source : EMD Lyon 1985, 1995 et 2006

3.2. La variable statut a un impact positif sur les parts TC entre 1985 et 1995

Le tableau 15 affiche l'effet de chacune des variables sur les parts modales entre 1985 et 1995. Les parts modales en fonction des variables sociodémographiques sont disponibles en annexes 4 à 7. Comme indiqué précédemment, les données du tableau 15 traduisent uniquement un effet de la variation de structure de chacune des variables, avec un comportement motif*mode constant entre 1985 et 1995.

L'effet le plus important est celui de la variable statut qui contribue à l'augmentation des TC de 6,5% et à la baisse de la VP de -2,2%. Cette évolution est principalement liée à la baisse de la part des actifs entre 1985 et 1995 (-7,7%, tableau 14) qui ont davantage recours à la VP et

moins aux TC par rapport à la moyenne totale. Les étudiants qui sont plus nombreux en 1995 ont plus souvent recours aux TC.

Variables	Effet de la variable sur les TC	Effet de la variable sur les modes lents	Effet de la variable sur la VP
Sexe	0,3%	0,3%	-0,3%
Statut	6,5%	-0,3%	-2,2%
Age	0,2%	1,0%	-0,9%
Localisation	-0,3%	-0,1%	0,2%
Structure ménage	1,5%	-0,9%	0,2%
Motorisation	-1,2%	0,02%	0,5%

Tableau 15 Effet de chaque variable sur les parts modales de TC, Mode lents et VP entre 1985 et 1995. Source : EMD Lyon 1985, 1995

La proportion des femmes est plus importante en 1995 ce qui se répercute sur la mobilité. Les femmes ayant davantage recours aux TC, modes lents et moins à la VP, la variable sexe a une contribution positive sur la part TC et modes lents (0,3%) mais négative sur la part VP (-0,3%).
L'effet de l'âge est positif sur les TC (0,2%), sur les modes lents (1%) et négatif sur la VP (-0,9%). L'accroissement de 23,5% des plus de 60 ans explique en grande partie ces effets. Les plus de 60 ans ont moins recours aux TC et à la VP que les autres catégories. Le mode lent est le premier moyen de transport des plus de 60 ans en 1985 (54,5%).
Entre 1985 et 1995, la part des ménages où le nombre de voitures est supérieur ou égal au nombre de permis s'accroît de 10,3% tandis que la proportion de ménages se trouvant dans le cas contraire diminue de 15,7% (tableau 14). La motorisation globale des ménages a donc augmenté entre 1985 et 1995 ce qui a pour conséquence de diminuer la part modale des TC de -1,2% et d'accroître la part de la VP de 0,5%. L'évolution de la répartition de la motorisation n'a pas d'impact sur les modes lents.
La part des ménages en présence d'enfants a diminué de 10,3% entre 1985 et 1995. Or les ménages ayant des enfants ont moins recours aux TC (15,3% contre 17,1% pour la population totale en 1985) ce qui contribue à ce que l'évolution de la structure de ménage soit positive pour l'accroissement de la part de marché des TC. A contrario, en 1985, le mode lent est le premier mode des sorties du domicile pour les personnes faisant partie des ménages composés d'enfants (43%). Leur diminution en proportion fait que la variable structure de ménage a une contribution négative dans la part des modes lents (-0,9%, tableau 15). La part des individus appartenant à des chefs de ménages en couple de plus de 45 ans a augmenté (9,4%) ce qui pourrait expliquer la contribution positive de la structure de ménage dans l'évolution de la part modale de la VP.
La part des personnes habitant en première couronne, favorable aux TC et aux modes lents, est en baisse entre 1985 et 1995 ce qui est défavorable à la part TC (-0.3%) et modes lents (-0,1%). A contrario cela a un effet bénéfique à la part de la VP (0,2%).

A l'exception du statut, on retrouve donc des contributions limitées à l'évolution des parts modales.

3.3. La variable statut a un impact négatif sur les parts TC entre 1995 et 2006

Le tableau 16 affiche l'effet de chacune des variables sur les parts modales de chaque moyen de transport entre 1995 et 2006 toujours en postulant une constance des comportements

mode*motif de 1995. Les parts modales de 1995 en fonction des variables sociodémographiques sont disponibles en annexes 6 et 7.

Variables	Effet de la variable sur les TC	Effet de la variable sur les modes lents	Effet de la variable sur la VP
Sexe	0,00%	0,00%	0,00%
Statut	-1,3%	-3,6%	3,1%
Age	-2,3%	-0,5%	1,2%
Localisation	0,2%	0,01%	-0,07%
Structure ménage	1,5%	1,2%	-1,4%
Motorisation	1,1%	0,2%	-0,6%

Tableau 16 Effet de chaque variable sur les parts modales de TC, Mode lents et VP entre 1995 et 2006. Source : EMD Lyon 1995, 2006

Les proportions homme-femme sont équivalentes entre 1995 et 2006 (tableau 14) ce qui explique l'absence d'effet de la variable sexe sur les part modales (tableau 16).
La part des actifs, catégorie qui utilise davantage la VP, augmente entre 1995 et 2006 (12,6%, tableau 14) ce qui entraîne un effet négatif de la variable statut sur les TC et mode lents et positifs sur la VP. La baisse de la proportion des collégiens/lycéens et étudiants, usagers réguliers des TC (38% des étudiants utilisent les TC pour les sorties du domicile) contribue à un effet négatif sur les TC de la variable statut. Nous obtenons donc un effet contraire à celui observé entre 1985 et 1995 car les évolutions sociodémographiques sont en partie inverses de ceux de la période précédente.
Entre 1995 et 2006, la part des 30-59 ans augmente (5,3%, tableau 14). Cette tranche de l'échantillon utilise à 61,7% la VP en 1995 pour les sorties du domicile et a moins accès aux TC et aux modes lents par rapport au reste de la population. L'âge a donc un effet bénéfique sur l'évolution de la VP. La diminution de la part des moins de 18 ans et des 18-29 ans accentue l'effet négatif de la variable âge sur les TC. L'accroissement plus faible de la proportion des plus de 60 ans en comparaison avec la première décennie et la plus forte diminution des moins de 18 pourraient expliquer la contribution négative de l'âge sur les modes lents (-0,5%).
L'impact de la localisation est faible. La diminution de la part des individus résidant dans la première couronne est moins forte par rapport à la période 1985-1995 (-8,9% couronne Ouest, -1,9% couronne Est, tableau 14). On a donc un impact de la localisation légèrement positif sur les TC (0,2%) et légèrement négatif sur la VP (-0,1%). L'impact de cette variable à un niveau agrégé est nul sur les modes lents.
La baisse en proportion des individus appartenant à des ménages dont le chef a plus de 45 ans et vit en couple a diminué entre 1995 et 2006. Cette catégorie de population utilise à 52,7% la VP pour les sorties du domicile. Leur baisse entraîne donc un effet négatif de la structure du ménage sur la VP (-1,4%, tableau 16). Les individus de moins de 45 ans ne vivant pas en couple ont une part TC de 24,3%. L'accroissement de cette catégorie de population entraîne un effet positif de la variable structure de ménage sur l'évolution des TC. Enfin, l'augmentation de la part des chefs de ménages de plus de 45 ans sans conjoint ni enfant contribue à l'effet positif de la variable sur les modes lents. Cette tranche de population a recours à 43,4% aux modes lents pour les sorties du domicile.
Il y a une inversion des signes au niveau de la motorisation par rapport à la première décennie. La part de ménages où on a strictement moins de permis que de voitures a diminué (-7,7%, tableau 14). La motorisation globale a diminué. Cela a pour effet d'avoir un effet positif sur la part des TC et modes lents et négatif sur l'évolution des parts de la VP.

3.4. Bilan de l'impact des variables sociodémographiques entre 1985 et 2006

Le tableau 17 affiche l'effet de chacune des variables sur les parts modales entre 1985 et 2006.

Variables	Effet de la variable sur les TC	Effet de la variable sur les modes lents	Effet de la variable sur la VP
Sexe	0,3%	0,2%	-0,3%
Statut	5,7%	-3,7%	1,0%
Age	-1,2%	0,6%	-0,1%
Localisation	-0,4%	-0,3%	0,4%
Structure ménage	2,5%	-0,07%	-0,9%
Motorisation	-0,3%	-0,06%	0,2%

Tableau 17 Effet de chaque variable sur les parts modales de TC, Mode lents et VP entre 1985 et 2006. Source : EMD Lyon 1985, 2006

Pour le sexe, on retrouve des effets similaires à la première décennie, à savoir une contribution positive de la variable sur les TC, modes lents et négative sur la VP due à l'accroissement de la part des femmes. Ces dernières ont encore un usage moindre du véhicule en comparaison avec les hommes.

Le paramètre du statut est celui qui conserve la contribution la plus importante parmi ceux qui ont été étudiés, même si sur une durée de 20 ans, l'impact est plus limité que sur la première période du fait de l'inversion de tendance entre les deux périodes. Le fait d'être actif détermine une contrainte dans la mobilité. Ce constat est cohérent avec la construction de notre arbre. L'accroissement de la part d'actifs entre 1985 et 2006 (3,9%, tableau 14) amène une augmentation de la part VP (1%). La hausse de la part d'étudiants entre 1985 et 2006 accroit les parts TC (5,7%, tableau 17). Le mode lent est le premier moyen de transport en 1985 pour les sorties du domicile parmi les élèves en primaire, collégiens, lycéens et les retraités. La contribution de la variable statut sur les modes lents est négative (-3,7%, tableau 17). La hausse de la part des retraités ne compenserait donc pas la baisse de la proportion des primaires, collégiens et lycéens.

L'âge a une contribution négative sur les parts TC (-1,2%, tableau 17). La baisse de la part des 18-29 ans qui utilise davantage ce mode pourrait l'expliquer. La faible augmentation des 30-59 ans entre 1995 et 2006 (2,8%, tableau 13) pourrait justifier l'apport légèrement négatif de la variable sur la part de la VP (-0,1%, tableau 17). L'accroissement de la part des plus de 60 ans augmente la part des modes lents (0,6%, tableau 17).

La baisse de la part des personnes habitant en première couronne entre 1985 et 2006 est plus importante par rapport à la période 1995-2006 (-20,2% vs -8,9%, tableau 14) d'où une contribution légèrement négative sur les parts TC (-0,4%, tableau 17) et positive sur la VP (0,4%, tableau 17). L'effet de la variable est toutefois faible car il est probablement contrebalancé par la croissance des zones d'habitat les plus centrales.

La baisse de la part des individus faisant partie des ménages dont le chef a plus de 45 ans et vivant en couple contribue à la diminution des parts VP (-0,9%, tableau 17). L'accroissement du poids des personnes faisant partie des ménages dont le chef de ménage a moins de 45 ans et sans conjoint (57,9%, tableau 14) et la baisse de la part des ménages en présence d'enfants (-8,4%, tableau 14) participent à l'augmentation de la part TC (2,5%, tableau 17). Par ailleurs, la baisse du poids des ménages composés d'enfants explique la faible diminution qu'apporte la variable sur la part de mode lent (-0,1%, tableau 17).

Pour le niveau de motorisation, les effets observés sur 1985-1995 pour les parts TC et VP sont conservés. La part des ménages non motorisés est en légère baisse entre 1985 et 2006 (-0,6%, tableau 14) ce qui pourrait expliquer l'apport négatif de la variable sur les modes lents (-0,1%) car le mode lent est le premier mode de sortie du domicile des ménages non motorisés.

4. Conclusion du chapitre

L'objectif de ce chapitre est de mesurer l'effet du changement de structure sociodémographique entre 1985 et 2006 sur l'évolution des parts modales. On souhaite savoir quelle est la contribution des changements de structure sociodémographique à la variation de part de marché des modes de transport. Entre 1985 et 1995, l'accroissement de la part des TC semble pouvoir être expliqué en grande partie par des effets de changement de structure sociodémographique. En revanche, sur la deuxième décennie, la tendance s'inverse, les évolutions de structure sociodémographique n'ont qu'une contribution extrêmement limitée aux évolutions de la part des TC. Lorsque l'on considère les deux autres modes de transport, la contribution des effets de structure sociodémographique aux évolutions de part modales apparaissent de nouveau très faible. Nous retrouvons des résultats fréquemment mis en avant par les démographes. Au niveau de l'ensemble de la population, les évolutions sociodémographiques ont généralement des effets limités. Parmi les effets de structure, la variable la plus explicative est celle du statut. L'évolution de la proportion des actifs qui utilisent moins les TC par rapport au reste de la population a une influence sur les parts modales. En revanche, l'évolution des autres variables prises une à une a un faible poids sur l'évolution de la part de marché des modes de transport.

Il est toutefois important de souligner que certaines évolutions entre les deux périodes semblent un peu surprenantes avec des évolutions positives pour une période et négatives pour la seconde ou inversement. Il est probable que les résultats soient assez sensibles au redressement des données pour qu'elles correspondent à celle du recensement. Nous avons redressé les 3 enquêtes de manière à ce que les redressements soient les plus homogène possibles pour les trois enquêtes. Nous avons ainsi retenu les mêmes variables de redressement pour les trois enquêtes (Toughrai et al, 2014), à la réserve près de la disponibilité de toutes les variables dans chacun des recensements et chacune des EMD. De plus le regroupement des modalités de certaines variables a dû être adapté aux données disponibles dans les recensements. Les redressements ont porté sur certaines des variables de la segmentation comme le sexe ou l'âge, mais avec des modalités différentes pour l'âge. La variable motorisation faisait également partie des variables de redressement, mais au niveau du ménage et non de l'individu. La variable de localisation a également été prise en compte au niveau individuel avec un découpage en 7 zones proche de celui utilisé dans ce chapitre. Toutefois, les redressements ont été effectués sur les périmètres de chacune des enquêtes et non pas sur un périmètre restreint de 1985 ou 1995. Une mesure fine de la contribution de chacune des variables sociodémographiques nécessiterait peut être un redressement spécifique tenant compte de chacune des variables retenues dans la sélection sous réserve de la disponibilité des données dans le recensement ce qui n'est probablement pas possible de manière cohérente pour les trois EMD. Il n'en reste pas moins que si la mesure de la contribution de chacune des variables manque probablement de précision, l'impact global de l'évolution de la structure sociodémographique sur la répartition modale est limitée. Il y a donc d'autres facteurs qui influent sur les choix modaux pour pouvoir expliquer les évolutions observées entre 1985, 1995 et 2006.

CHAPITRE IV : Conclusion générale : des évolutions modales partiellement expliquées par les variables usuelles

L'objectif de cette recherche est de tenter d'expliquer l'évolution de la part de marché des transports collectifs et de la voiture en fonction des variables usuellement prises en compte dans la plupart des travaux de modélisation transport en France et à l'étranger. Nous voulions également quantifier la contribution de chacun des facteurs pris en compte. De manière sous-jacente, nous pouvons également répondre à l'hypothèse d'un changement de comportement modal toutes choses égales par ailleurs. Les résultats mettent en évidence le fait que le renversement de tendance observé depuis la fin du siècle dernier avec une baisse de la part de la voiture au profit notamment des transports en commun ne peut s'expliquer uniquement par les facteurs usuellement pris en compte pour expliquer le choix modal.

Nous reprenons donc dans un premier temps les principaux résultats. Nous avons tout d'abord mis en œuvre une méthode de décomposition des effets afin d'isoler la contribution des quatre facteurs souvent présentés comme étant les principaux déterminants du choix modal et qui sont systématiquement présents dans tous les modèles de simulation de la demande de transport (Bonnel, 2004). Nous pouvons confirmer que ces facteurs ont effectivement une importance dans le choix du mode de transport que nous quantifions ci-dessous. Mais la méthode utilisée, nous a également permis de quantifier la part des évolutions non expliquées :

- La localisation constitue le premier effet pris en compte. Nous avons défini un indicateur qui rend compte à la fois de l'évolution de la localisation des ménages, mais aussi des activités. L'indicateur retenu prend enfin en compte la dissociation croissante entre la localisation des ménages et la localisation des activités et notamment du travail. Cet indicateur correspond à la matrice origine-destination des déplacements. L'évolution entre les trois enquêtes rend donc compte de l'évolution de la structure spatiale des origine-destination des déplacements des individus. L'évolution de cet indicateur contribue à une baisse de 8,5% de la part de marché des transports collectifs entre 1985 et 2006. La contribution à cette baisse est relativement similaire entre les deux décennies. Un élargissement du périmètre en retenant le périmètre de l'EMD 1995 entre 1995 et 2006 au lieu de celui de l'EMD 1985 contribue à renforcer l'impact négatif de la localisation conformément aux attentes ;
- La motorisation étant fortement corrélée à la localisation, nous avons introduit une nouvelle définition de la motorisation à travers la motorisation de l'origine-destination. Il s'agit de la moyenne de la motorisation individuelle sur l'ensemble des déplacements constituant l'origine-destination. Cette définition permet en quelque sorte de segmenter en deux parties l'impact de la motorisation. Celle due à la localisation qui est intégrée dans l'indicateur localisation pour éviter les doubles comptes, et celle liée à l'évolution de la motorisation en considérant une structure spatiale inchangée entre les périodes que nous prenons en compte dans notre indicateur motorisation. L'évolution de cette motorisation contribue à une baisse de la part de marché des transports collectifs de 4,7%. La contribution à la baisse est plus forte en première période qu'en seconde période. Ce résultat est cohérent avec le double phénomène de renouvellement de génération que l'on observe. L'impact du renouvellement des générations de retraités a longtemps soutenu la forte croissance de la motorisation d'abord par la motorisation des hommes et dans les dernières décennies par celles des femmes. Cet impact se réduit ces dernières années et devrait devenir marginal dans les décennies à venir. A l'opposé de la pyramide des âges, on observe une démotorisation des jeunes adultes principalement dans les zones les plus

centrales des agglomérations. Il est toutefois difficile de préjuger si le renouvellement des générations conduira comme pour les personnes âgées à une diffusion de la démotorisation dans les classes d'âge plus élevé ou si l'arrivée des enfants, l'installation dans la vie active, l'installation en périphérie… aura raison de cette démotorisation. Comme pour la localisation, un élargissement du périmètre génère une diminution plus forte de la part des transports collectifs ;

- L'offre de transport collectif a fortement évolué entre 1985 et 2006. La première décennie a été marquée par un développement s'appuyant fortement sur le métro, tandis que la seconde a connu une très forte croissance de l'offre tramway et des interventions plus ciblées visant à améliorer la vitesse et la régularité des transports collectifs. Nous avons retenu l'indicateur temps généralisé produit par le modèle d'interaction transport-urbanisme SIMBAD (Nicolas et al, 2009). L'indicateur a été estimé sur le zonage en secteur de tirage utilisé pour les indicateurs précédents. Il permet de rendre compte de la performance du réseau en termes de temps. Il rend par contre moins bien compte des autres améliorations plus qualitatives comme la régularité par exemple. L'évolution de l'offre de transports collectifs ainsi définie explique une croissance de 4,6% de la part de marché des transports collectifs. Cette croissance peut sembler un peu limitée, mais elle s'explique par le fait que les temps généralisés ne rendent probablement pas compte de l'ensemble de la perception de l'amélioration des transports collectifs. L'impact est relativement similaire sur les deux périodes. L'élargissement du périmètre a un léger effet négatif, l'évolution de l'offre étant plus limitée dans les périphéries plus lointaines relativement aux zones centrales ;
- L'offre routière a également évolué avec une généralisation progressive de la maitrise de la place de la voiture dans l'agglomération lyonnaise. De nouveau, nous avons retenu l'indicateur temps généralisé de la voiture issu de SIMBAD. Il explique une hausse de 11,1% de la part de marché des transports collectifs. De nouveau, l'impact est relativement similaire entre les deux décennies. Il est intéressant de constater que l'impact de l'augmentation des temps généralisés de la voiture est supérieur à celui de la diminution des temps généralisés des transports collectifs. Ce résultat rejoint un constat fréquent : il est plus efficace de réduire la performance de la voiture quand on veut augmenter la part de marché des transports collectifs que d'accroitre l'offre de transports collectifs. On peut ainsi constater que la part de marché des transports collectifs en 1995 dans l'agglomération lyonnaise est identique à celle de 1976 malgré 4 lignes de métro et un doublement des véhicules*kilomètres (Bonnel, Cabanne, 2000). Par contre, depuis les années 90, le développement des transports collectifs se fait davantage par une nouvelle répartition de l'espace de voierie plus équilibrée et donc moins favorable à la voiture particulière.

Les effets combinés sans être nuls sont globalement assez faibles. Cela confirme la pertinence de la méthode et des définitions d'indicateurs retenues qui permettent de bien séparer la contribution de chacun des facteurs. Cela permet aussi d'analyser l'impact des autres facteurs qui regroupent tout ce qui n'est pas expliqué par les variables prises en compte. La contribution des autres facteurs est loin d'être négligeable. Elle est estimée à -5% durant la première décennie et entre 21% et 28% durant la deuxième. Le changement de signe de l'impact de ce facteur soutient un renversement de tendance des autres facteurs non retenus pour notre étude survenue entre les deux périodes. Ce résultat renforce l'hypothèse d'une évolution des comportements au-delà de l'impact des variables que nous avons identifiées.

Il est également intéressant de comparer ces résultats avec ceux que nous avions obtenus lors de l'application de la même méthodologie mais entre 1976 et 1995 (Bonnel, Cabanne, 2000). Les données mobilisées, notamment pour l'offre de transport et le zonage étaient différentes,

ce qui conduit à faire les comparaisons avec prudence en analysant plus les tendances que la quantification précise des effets. L'effet localisation (-8 à 10%) était légèrement plus élevé dans la période précédente, mais avec un écart somme toute assez faible. Nous observons des résultats relativement constants dans le temps alors que l'évolution des localisations des ménages a évolué dans le temps. L'étalement urbain d'après-guerre s'est produit avec une diminution de la population des zones centrales des agglomérations. Mais depuis les années 90, si l'étalement urbain se poursuit, les centres d'agglomération sont redevenus attractifs et connaissent souvent des croissances de population. Cette constance de l'effet localisation est probablement liée au fait que le facteur localisation ne mesure probablement pas que l'étalement urbain, mais aussi la dissociation entre la localisation du domicile et la localisation des activités et notamment le travail que traduit l'allongement des distances moyennes de déplacement. Pour la motorisation, la baisse était nettement plus significative entre 1976 et 1995 avec -11 à -15%. Ce résultat est probablement à relier au fait que l'impact sur la motorisation des renouvellements de générations chez les personnes de plus de 60 ans a tendance à s'estomper comme nous l'avons déjà évoqué. Les travaux précédents avaient également mis en évidence un impact plus important de l'effet de la croissance de l'offre de transports collectifs avec +10 à +15% entre 1976 et 1995. Au-delà des différences de méthodologie qui peuvent impacter les résultats, la période 1976-95 est celle de la création du métro dans l'agglomération lyonnaise qui a eu un fort impact sur les temps de parcours. Depuis les années 90, la croissance de l'offre s'appuie davantage sur la création de ligne de tramway, de lignes fortes… qui ont un impact important sur l'usage, mais moins spectaculaire sur les temps de parcours et donc les temps généralisés. Enfin, la comparaison avec le rapport précédent montre un doublement de l'effet de la congestion routière. C'est probablement le résultat d'une politique globalement moins favorable à la voiture ces dernières années comparativement aux décennies 70 et 80. Le développement du métro ne s'est pas fait au détriment de la voiture. A l'inverse, la création du tramway réduit significativement l'offre routière en s'accompagnement de politique de régulation des feux défavorable aux temps en voiture particulière. Enfin, ces dernières années ont vu le développement de « micro » mesures de régulation des bus avec parfois des couloirs réservées, mais plus souvent des accès privilégiés à l'approche des feux qui améliorent les temps de parcours des transports collectifs mais augmentent aussi significativement ceux de la voiture. C'est ce double effet d'une politique favorable aux transports collectifs, mais aussi défavorable à la voiture qui explique l'amplification de l'effet offre VP.

La méthode de segmentation de la population en fonction du profil de comportement mode*motif conduit à un impact très réduit des changements de structure sociodémographique de la population sur la période. L'évolution de la part de marché des transports collectifs pendant la première période pourrait être expliquée par l'évolution de la structure sociodémographique, mais ce n'est plus du tout le cas dans la période suivante. Ces évolutions sociodémographiques n'expliquent pas non plus les évolutions de parts de marché de la voiture et des modes lents. La divergence apparaît beaucoup plus forte dans la seconde période que pendant la première, ce qui sans démontrer qu'il y a des changements de comportements toutes choses égales par ailleurs relativement aux variables prises en compte dans ce rapport, ne contredit pas cette hypothèse. Parmi les variables étudiées, c'est la variation de la répartition de la population selon la variable statut qui a l'impact le plus important sur les évolutions de parts de marché et notamment de celle des transports collectifs. Ce résultat ne surprend pas dans la mesure où c'est aussi la variable qui influe le plus sur les premières segmentations de l'arbre.
L'impact limité des variables sociodémographiques sur l'évolution du partage modal n'est pas surprenant en soi, car cela rejoint des conclusions fréquentes de démographes. L'impact des

évolutions démographiques et sociodémographiques s'observe principalement sur le temps long. Il n'induit donc pas d'effet de rupture de tendance comme nous l'observons actuellement sur la répartition entre la voiture et les transports collectifs. Certaines variables se retrouvent dans les deux analyses, mais avec des définitions différentes. La comparaison des résultats permet de tirer des enseignements complémentaires. La localisation est mesurée uniquement à travers la localisation du ménage dans la méthode de segmentation, alors qu'elle est mesurée à travers les origine-destination des déplacements (et donc des activités) dans la méthode de décomposition des effets. La première mesure traduit uniquement l'effet de l'étalement urbain de l'habitat qui se combine avec un retour au centre. L'impact sur les parts de marché des modes est extrêmement faible. A l'inverse la prise en compte des origine-destination des déplacements génère une baisse significative de la part des transports en commun. La dissociation des lieux de domicile et d'activité et la périphérisation des flux impactent surement plus l'usage des transports collectifs que le phénomène d'étalement urbain qui est aujourd'hui en partie contrebalancé par le retour au centre de la population.
La variable motorisation est également présente dans les deux analyses. Son impact apparait très limité dans la méthode de segmentation. La mesure de la motorisation en 3 classes (pas de voiture, autant ou plus de voitures que de permis soit un accès sans contrainte, moins de voiture que de permis soit un accès partagé au sein du ménage) n'est probablement pas suffisante. La mesure plus quantitative de la méthode de décomposition permet de mieux rendre compte de l'évolution de l'accès à la voiture au niveau de chaque origine-destination et ainsi d'identifier la contribution de la variable ainsi définie. Cela doit inciter à réfléchir aux meilleures mesures agrégées de la motorisation dans les modèles agrégés de répartition modale.

Si l'on revient à un des objectifs de départ de cette recherche rappelé au début de cette conclusion, nous constatons que les évolutions des localisations, de la motorisation, de l'offre de transport, et de la structure sociodémographique ne suffisent pas à expliquer les évolutions de la part de marché des transports collectifs depuis les années 2000. Ces évolutions permettent d'expliquer des inflexions de tendance, mais le renversement observé avec une baisse significative de la part de la voiture au profit notamment des transports collectifs dont la croissance de l'usage est très nettement supérieure à celle observée dans les décennies de fin du siècle dernier. Ces évolutions sont donc dues à des évolutions comportementales dont les causes peuvent être multiples. Les travaux conduits auprès des jeunes adultes dans le cadre du projet connexe pour le Forum des vies mobiles (Ortar et al, 2015) permettent de proposer des pistes d'interprétation que de futures EMD permettront peut-être de valider. Les enquêtes qualitatives conduites dans ce projet ont mis en évidence une évolution du rapport à la voiture des jeunes adultes. Nous reprenons les principaux enseignements.
Le permis de conduire qui a longtemps était synonyme de liberté et d'autonomisation dans la mobilité, a de moins en moins cette signification. Pour la majorité des jeunes, il représente davantage un diplôme, une compétence qu'il est utile d'avoir. C'est aussi une forte prescription des parents voire des grands-parents qui le voient comme un outil nécessaire dans la perspective de la recherche d'emploi et qui contribuent souvent à son financement. Le passage du permis est de moins en moins directement lié à la motorisation. Certes, il reste nécessaire, mais de nombreux jeunes adultes disposant du permis n'ont aucun projet d'acquisition d'un véhicule. De même, la motorisation n'est plus associée à un usage automatique et exclusif de la voiture. Les jeunes adultes motorisés sont beaucoup plus multimodaux que leurs ainés. On assiste donc à une dissociation entre le passage du permis et l'accès à la motorisation et entre la motorisation et l'usage régulier de la voiture chez les jeunes adultes.

La voiture n'exprime plus forcément la liberté de mouvement. Au contraire, nombre de jeunes adultes ont plus spontanément associés la voiture à la contrainte qu'à la liberté. Contrainte de la circulation en ville dans les embouteillages, contrainte du stationnement, coût d'acquisition et d'usage qui entre en opposition avec d'autres consommations. Même si tous les jeunes adultes enquêtés sont équipés en téléphonie mobile et ont presque systématiquement accès à internet, ils n'ont pas indiqué de transfert de la mobilité physique autorisée par la voiture à la mobilité virtuelle des moyens de communications actuels. Cela ne signifie peut être pas qu'il n'y a pas de transfert, mais il n'est pas verbalisé.

Parmi les jeunes qui utilisent moins la voiture que leurs ainés, on peut identifier deux groupes. Un premier dispose généralement de faibles revenus, a souvent un niveau d'études plus faible, une PCS d'ouvrier ou d'employé quand il travaille… Ce groupe est généralement moins motorisé plus par contrainte financière que par choix délibéré. A l'inverse, le second groupe a souvent des revenus plus élevés que la moyenne, un niveau d'études supérieur, une PCS plus élevé quand il travaille, réside dans le centre de l'agglomération… Ce groupe a généralement choisi de ne pas être motorisé, même s'il dispose en général du permis. C'est le groupe qui présente le plus fort taux de multimodalité. Il est souvent abonné aux transports collectifs, mais aussi aux systèmes de vélo en libre-service voire de voiture en libre-service ou de système de co-voiturage. Il a un accès aisé aux applis mobiles d'aide à la mobilité et apparait comme un « optimiseur » de mobilité sachant utiliser le mode le plus pertinent selon le type de déplacement, le moment de la journée…

Ces évolutions sont évidemment nettement plus présentes dans les centres urbains que dans les périphéries où les solutions multimodales sont moins présentes. Les transports collectifs apparaissent ainsi à la fois concurrents des nouveaux services à la mobilité, mais aussi complémentaires car les nouveaux services à la mobilité permettent ou autorisent la démotorisation. La question à laquelle nos travaux n'ont toutefois pas permis de répondre est celle de la permanence de ces comportements avec le « vieillissement » des jeunes adultes, l'arrivée des enfants, le déménagement en périphérie… Un autre enjeu de taille est celui de la capacité de la ville à diffuser ces comportements en dehors du centre de l'agglomération. Si l'on peut penser que les nouvelles technologies de communication pourront probablement offrir des services de mobilité sur l'ensemble du territoire, il est moins certain que les transports collectifs ou les systèmes en libre-service puissent suivre à moins que les véhicules autonomes y contribuent ?

Annexe 1 : Estimation des effets doubles, triples et quadruple

Evolution 1985/1995, périmètre 1985

Impact(l,m)	0,59800%	E(l,m)	1,00598001
Impact(l,tc)	-0,21695%	E(l,tc)	0,99783055
Impact(l,vp)	-0,78058%	E(l,vp)	0,99219417
Impact(l,r)	-3,74780%	E(l,r)	0,96252203
Impact(m,tc)	-0,13648%	E(m,tc)	0,9986352
Impact(m,vp)	0,06786%	E(m,vp)	1,00067856
Impact(m,r)	-1,31042%	E(m,r)	0,98689577
Impact(tc,vp)	-0,17615%	E(tc,vp)	0,99823848
Impact(tc,r)	0,43508%	E(tc,r)	1,0043508
Impact(vp,r)	-0,02410%	E(vp,r)	0,99975903
Impact(l,m,tc)	-0,01589%	E(l,m,tc)	0,99984114
Impact(l,m,vp)	-0,05536%	E(l,m,vp)	0,99944637
Impact(l,m,r)	0,57639%	E(l,m,r)	1,00576392
Impact(m,tc,vp)	0,09302%	E(m,tc,vp)	1,00093016
Impact(m,tc,r)	-0,00083%	E(m,tc,r)	0,9999917
Impact(tc,vp,r)	0,13604%	E(tc,vp,r)	1,00136041
Impact(l,m,tc,vp)	0,00593%	E(l,m,tc,vp)	1,00005925
Impact(l,m,tc,r)	0,00746%	E(l,m,tc,r)	1,00007455
Impact(m,tc,vp,r)	-0,07826%	E(m,tc,vp,r)	0,99921742
Impact(l,tc,vp)	0,00664%	E(l,tc,vp)	1,00006638
Impact(l,tc,r)	0,43525%	E(l,tc,r)	1,00435254
Impact(m,vp,r)	0,06006%	E(m,vp,r)	1,00060057

Evolution 1995/2006, périmètre 1985

Impact(l,m)	0,30256%	E(l,m)	1,00302565
Impact(l,tc)	-0,06283%	E(l,tc)	0,99937166
Impact(l,vp)	-0,46694%	E(l,vp)	0,99533055
Impact(l,r)	0,87916%	E(l,r)	1,0087916
Impact(m,tc)	-0,05670%	E(m,tc)	0,99943299
Impact(m,vp)	0,00479%	E(m,vp)	1,00004791
Impact(m,r)	-0,41410%	E(m,r)	0,99585896
Impact(tc,vp)	-0,06053%	E(tc,vp)	0,99939473
Impact(tc,r)	-0,76642%	E(tc,r)	0,99233576
Impact(vp,r)	-1,62009%	E(vp,r)	0,98379915
Impact(l,m,tc)	-0,00650%	E(l,m,tc)	0,99993498
Impact(l,m,vp)	-0,01212%	E(l,m,vp)	0,9998788
Impact(l,m,r)	-0,01676%	E(l,m,r)	0,99983243
Impact(m,tc,vp)	0,01883%	E(m,tc,vp)	1,00018828
Impact(m,tc,r)	-0,00643%	E(m,tc,r)	0,99993568
Impact(tc,vp,r)	0,06670%	E(tc,vp,r)	1,000667
Impact(l,m,tc,vp)	-0,00761%	E(l,m,tc,vp)	0,99992392
Impact(l,m,tc,r)	-0,00116%	E(l,m,tc,r)	0,99998843
Impact(m,tc,vp,r)	-0,01253%	E(m,tc,vp,r)	0,99987471
Impact(l,tc,vp)	0,02066%	E(l,tc,vp)	1,00020659
Impact(l,tc,r)	0,33587%	E(l,tc,r)	1,00335867
Impact(m,vp,r)	-0,00430%	E(m,vp,r)	0,99995697

Evolution 1995/2006, périmètre 1995

Impact(l,m)	1,98502%	E(l,m)	1,01985023
Impact(l,tc)	-0,21036%	E(l,tc)	0,99789637
Impact(l,vp)	-0,63687%	E(l,vp)	0,99363135
Impact(l,r)	-1,43006%	E(l,r)	0,98569943
Impact(m,tc)	-0,07066%	E(m,tc)	0,99929336
Impact(m,vp)	-0,03453%	E(m,vp)	0,99965471
Impact(m,r)	-4,26159%	E(m,r)	0,95738412
Impact(tc,vp)	-0,09153%	E(tc,vp)	0,99908468
Impact(tc,r)	-0,57374%	E(tc,r)	0,99426263
Impact(vp,r)	-1,66550%	E(vp,r)	0,983345
Impact(l,m,tc)	0,00665%	E(l,m,tc)	1,00006651
Impact(l,m,vp)	-0,03737%	E(l,m,vp)	0,99962633
Impact(l,m,r)	0,96918%	E(l,m,r)	1,00969182
Impact(m,tc,vp)	0,01900%	E(m,tc,vp)	1,00018999
Impact(m,tc,r)	0,04387%	E(m,tc,r)	1,00043872
Impact(tc,vp,r)	0,06244%	E(tc,vp,r)	1,00062442
Impact(l,m,tc,vp)	-0,02006%	E(l,m,tc,vp)	0,99979936
Impact(l,m,tc,r)	-0,01947%	E(l,m,tc,r)	0,99980534
Impact(m,tc,vp,r)	0,00962%	E(m,tc,vp,r)	1,00009623
Impact(l,tc,vp)	0,01037%	E(l,tc,vp)	1,00010374
Impact(l,tc,r)	0,34363%	E(l,tc,r)	1,00343629
Impact(m,vp,r)	0,20953%	E(m,vp,r)	1,00209526

Evolution 1985/2006, périmètre 1985

Impact(l,m)	1,34375%	E(l,m)	1,0134375
Impact(l,tc)	-0,21618%	E(l,tc)	0,99783819
Impact(l,vp)	-1,43847%	E(l,vp)	0,98561534
Impact(l,r)	0,93127%	E(l,r)	1,00931272
Impact(m,tc)	-0,21763%	E(m,tc)	0,99782372
Impact(m,vp)	0,27549%	E(m,vp)	1,00275486
Impact(m,r)	-2,68002%	E(m,r)	0,97319983
Impact(tc,vp)	-0,56113%	E(tc,vp)	0,99438868
Impact(tc,r)	-0,34217%	E(tc,r)	0,99657828
Impact(vp,r)	-2,13980%	E(vp,r)	0,97860196
Impact(l,m,tc)	-0,06197%	E(l,m,tc)	0,99938027
Impact(l,m,vp)	-0,24148%	E(l,m,vp)	0,99758518
Impact(l,m,r)	-0,29135%	E(l,m,r)	0,9970865
Impact(m,tc,vp)	0,17917%	E(m,tc,vp)	1,00179167
Impact(m,tc,r)	-0,07310%	E(m,tc,r)	0,99926895
Impact(tc,vp,r)	0,51955%	E(tc,vp,r)	1,00519546
Impact(l,m,tc,vp)	-0,02095%	E(l,m,tc,vp)	0,99979053
Impact(l,m,tc,r)	0,00687%	E(l,m,tc,r)	1,00006868
Impact(m,tc,vp,r)	-0,12878%	E(m,tc,vp,r)	0,99871223
Impact(l,tc,vp)	0,14019%	E(l,tc,vp)	1,00140188
Impact(l,tc,r)	0,74043%	E(l,tc,r)	1,00740432
Impact(m,vp,r)	-0,03022%	E(m,vp,r)	0,99969777

Annexe 2 : Arbre de segmentation de la population 1985

Model formula:
Profil11 ~ statutf + D7origine + sexef + StructureMenage + Agef + NiveauMotorisation
85
Fitted party:
[1] root
| [2] statutf in actif
| | [3] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | [4] sexef in homme
| | | | [5] D7origine in 4, 5, 6, 7
| | | | | [6] Agef in +60ans, 30-59ans
| | | | | | [7] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [2-3-4-5-7]
| | | | | | [8] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [2-3-4-5-8]
| | | | | [9] Agef in -18ans, 18-29ans
| | | | | | [10] StructureMenage in 1, 2, 4, 5
| | | | | | | [11] D7origine in 6, 7: [2-3-4-5-9-10-11]
| | | | | | | [12] D7origine in 4, 5: [2-3-4-5-9-10-12]
| | | | | | [13] StructureMenage in 3: [2-3-4-5-9-10-13]
| | | | [14] D7origine in 1, 2, 3
| | | | | [15] StructureMenage in 2, 3, 4, 5
| | | | | | [16] StructureMenage in 2, 5: [2-3-4-14-15-16]
| | | | | | [17] StructureMenage in 3, 4
| | | | | | | [18] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [2-3-4-14-17-18]
| | | | | | | [19] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture
| | | | | | | | [20] D7origine in 3: [2-3-4-14-17-19-20]
| | | | | | | | | [21] D7origine in 1, 2
| | | | | | | | | | [22] D7origine in 2
| | | | | | | | | | | [23] StructureMenage in 4: [2-3-4-14-17-19-21-22-23]
| | | | | | | | | | | [24] StructureMenage in 3: [2-3-4-14-17-19-21-22-24]
| | | | | | | | | | [25] D7origine in 1: [2-3-4-14-17-19-21-25]
| | | | | [26] StructureMenage in 1: [2-3-4-14-26]
| | | [27] sexef in femme
| | | | [28] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture
| | | | | [29] D7origine in 2, 3, 4, 5, 6, 7
| | | | | | [30] D7origine in 4, 6, 7: [2-3-27-28-29-30]
| | | | | | [31] D7origine in 2, 3, 5: [2-3-27-28-29-31]
| | | | | [32] D7origine in 1
| | | | | | [33] StructureMenage in 1, 2: [2-3-27-28-32-33]
| | | | | | [34] StructureMenage in 3, 4, 5: [2-3-27-28-32-34]
| | | | [35] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture
| | | | | [36] D7origine in 5, 6, 7: [2-3-27-35-36]
| | | | | [37] D7origine in 1, 2, 3, 4
| | | | | | [38] StructureMenage in 1, 2, 3
| | | | | | | [39] D7origine in 3, 4
| | | | | | | | [40] D7origine in 4: [2-3-27-35-38-39-40]
| | | | | | | | [41] D7origine in 3: [2-3-27-35-38-39-41]
| | | | | | | [42] D7origine in 1, 2
| | | | | | | | [43] Agef in 18-29ans: [2-3-27-35-38-42-43]
| | | | | | | | [44] Agef in 30-59ans: [2-3-27-35-38-42-44]
| | | | | | [45] StructureMenage in 4, 5
| | | | | | | [46] D7origine in 3, 4: [2-3-27-35-45-46]
| | | | | | | [47] D7origine in 1, 2: [2-3-27-35-45-47]
| | [48] NiveauMotorisation in 0 voiture
| | | [49] Agef in 18-29ans: [2-48-49]
| | | [50] Agef in -18ans, +60ans, 30-59ans
| | | | [51] StructureMenage in 2, 4: [2-48-50-51]
| | | | [52] StructureMenage in 1, 3, 5
| | | | | [53] D7origine in 1, 3, 4, 5, 7: [2-48-50-52-53]
| | | | | [54] D7origine in 2, 6: [2-48-50-52-54]
| [55] statutf in autre, colllyc, etudiant, foyer, primaire, retraite
| | [56] statutf in autre, foyer, retraite
| | | [57] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | | [58] D7origine in 4, 5, 6, 7
| | | | | [59] StructureMenage in 4, 5
| | | | | | [60] Agef in +60ans, 18-29ans: [55-56-57-58-59-60]
| | | | | | [61] Agef in 30-59ans
| | | | | | | [62] D7origine in 6, 7: [55-56-57-58-59-61-62]
| | | | | | | [63] D7origine in 4, 5: [55-56-57-58-59-61-63]
| | | | | [64] StructureMenage in 1, 2, 3
| | | | | | [65] D7origine in 4, 6, 7
| | | | | | | [66] D7origine in 6, 7
| | | | | | | | [67] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [55-56-57-58-64-65-66-67]

```
| | | | | | | | | [68] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [55-56-57-58-64-65-66-68]
| | | | | | | | [69] D7origine in 4: [55-56-57-58-61-65-69]
| | | | | | | [70] D7origine in 5: [55-56-57-58-64-70]
| | | | | [71] D7origine in 1, 2, 3
| | | | | | [72] StructureMenage in 1, 2, 3
| | | | | | | [73] statutf in autre, retraite: [55-56-57-71-72-73]
| | | | | | | [74] statutf in foyer
| | | | | | | | [75] Agef in 30-59ans: [55-56-57-71-72-74-75]
| | | | | | | | [76] Agef in +60ans, 18-29ans: [55-56-57-71-72-74-76]
| | | | | | [77] StructureMenage in 4, 5
| | | | | | | [78] Agef in 30-59ans
| | | | | | | | [79] statutf in retraite: [55-56-57-71-77-78-79]
| | | | | | | | [80] statutf in autre, foyer
| | | | | | | | | [81] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [55-56-57-71-77-78-80-81]
| | | | | | | | | [82] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [55-56-57-71-77-78-80-82]
| | | | | | | [83] Agef in +60ans, 18-29ans
| | | | | | | | [84] sexef in homme
| | | | | | | | | [85] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [55-56-57-71-77-83-84-85]
| | | | | | | | | [86] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture
| | | | | | | | | | [87] D7origine in 2: [55-56-57-71-77-83-84-86-87]
| | | | | | | | | | [88] D7origine in 1, 3: [55-56-57-71-77-83-84-86-88]
| | | | | | | | [89] sexef in femme
| | | | | | | | | [90] D7origine in 2: [55-56-57-71-77-83-89-90]
| | | | | | | | | [91] D7origine in 1, 3: [55-56-57-71-77-83-89-91]
| | | [92] NiveauMotorisation in 0 voiture
| | | | [93] StructureMenage in 2, 3
| | | | | [94] statutf in autre, retraite: [55-56-92-93-94]
| | | | | [95] statutf in foyer: [55-56-92-93-95]
| | | | [96] StructureMenage in 1, 4, 5
| | | | | [97] D7origine in 1, 2, 7: [55-56-92-96-97]
| | | | | [98] D7origine in 3, 4, 5, 6: [55-56-92-96-98]
| | [99] statutf in colllyc, etudiant, primaire
| | | [100] statutf in colllyc, etudiant
| | | | [101] Agef in 18-29ans, 30-59ans
| | | | | [102] D7origine in 1, 2
| | | | | | [103] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | | | | | [104] StructureMenage in 1, 2: [55-99-100-101-102-103-104]
| | | | | | | [105] StructureMenage in 3, 4, 5
| | | | | | | | [106] sexef in homme: [55-99-100-101-102-103-105-106]
| | | | | | | | [107] sexef in femme: [55-99-100-101-102-103-105-107]
| | | | | | [108] NiveauMotorisation in 0 voiture: [55-99-100-101-102-108]
| | | | | [109] D7origine in 3, 4, 5, 6, 7
| | | | | | [110] StructureMenage in 1, 4
| | | | | | | [111] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [55-99-100-101-109-110-111]
| | | | | | | [112] NiveauMotorisation in 0 voiture, plus de permis que de voiture: [55-99-100-101-109-110-112]
| | | | | | [113] StructureMenage in 2, 3, 5: [55-99-100-101-109-113]
| | | | [114] Agef in -18ans, +60ans
| | | | | [115] D7origine in 6, 7
| | | | | | [116] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [55-99-100-114-115-116]
| | | | | | [117] NiveauMotorisation in 0 voiture, plus de permis que de voiture: [55-99-100-114-115-117]
| | | | | [118] D7origine in 1, 2, 3, 4, 5
| | | | | | [119] sexef in homme
| | | | | | | [120] NiveauMotorisation in 0 voiture, moins ou autant de permis que de voiture
| | | | | | | | [121] D7origine in 1, 2, 4, 5: [55-99-100-114-118-119-120-121]
| | | | | | | | [122] D7origine in 3: [55-99-100-114-118-119-120-122]
| | | | | | | [123] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture
| | | | | | | | [124] D7origine in 1, 2: [55-99-100-114-118-119-123-124]
| | | | | | | | [125] D7origine in 3, 4, 5: [55-99-100-114-118-119-123-125]
| | | | | | [126] sexef in femme: [55-99-100-114-118-126]
| | | [127] statutf in primaire
| | | | [128] D7origine in 6, 7
| | | | | [129] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture: [55-99-127-128-129]
| | | | | [130] NiveauMotorisation in 0 voiture, plus de permis que de voiture: [55-99-127-128-130]
| | | | [131] D7origine in 1, 2, 3, 4, 5
| | | | | [132] D7origine in 2, 4, 5
| | | | | | [133] NiveauMotorisation in moins ou autant de permis que de voiture
| | | | | | | [134] D7origine in 4: [55-99-127-131-132-133-134]
| | | | | | | [135] D7origine in 2, 5: [55-99-127-131-132-133-135]
| | | | | | [136] NiveauMotorisation in 0 voiture, plus de permis que de voiture: [55-99-127-131-132-136]
| | | | | [137] D7origine in 1, 3
| | | | | | [138] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [55-99-127-131-137-138]
| | | | | | [139] NiveauMotorisation in 0 voiture, moins ou autant de permis que de voiture: [55-99-127-131-137-139]

Number of inner nodes:    69
Number of terminal nodes: 70
```

Annexe 3 : Arbre de segmentation de la population 1995

Model formula:
Profil11 ~ statutf + D7origine + sexef + StructureMenage + Agef + NiveauMotorisation

Fitted party:
[1] root
| [2] statutf in actif
| | [3] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | [4] D7origine in 2, 3, 4, 5, 6, 7
| | | | [5] sexef in homme
| | | | | [6] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture
| | | | | | [7] StructureMenage in 2, 3, 4: [2-3-4-5-6-7]
| | | | | | [8] StructureMenage in 1, 5
| | | | | | | [9] D7origine in 2, 4, 5, 6
| | | | | | | | [10] D7origine in 4, 5, 6: [2-3-4-5-6-8-9-10]
| | | | | | | | [11] D7origine in 2: [2-3-4-5-6-8-9-11]
| | | | | | | [12] D7origine in 3, 7: [2-3-4-5-6-8-12]
| | | | | [13] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture
| | | | | | [14] StructureMenage in 2
| | | | | | | [15] D7origine in 2, 5: [2-3-4-5-13-14-15]
| | | | | | | [16] D7origine in 3, 4, 6, 7: [2-3-4-5-13-14-16]
| | | | | | [17] StructureMenage in 1, 3, 4, 5
| | | | | | | [18] D7origine in 4, 5, 6, 7: [2-3-4-5-13-17-18]
| | | | | | | [19] D7origine in 2, 3: [2-3-4-5-13-17-19]
| | | | [20] sexef in femme
| | | | | [21] StructureMenage in 1, 5
| | | | | | [22] Agef in 18-29ans: [2-3-4-20-21-22]
| | | | | | [23] Agef in +60ans, 30-59ans
| | | | | | | [24] D7origine in 3, 4, 7: [2-3-4-20-21-23-24]
| | | | | | | [25] D7origine in 2, 5, 6: [2-3-4-20-21-23-25]
| | | | | [26] StructureMenage in 2, 3, 4
| | | | | | [27] Agef in 30-59ans: [2-3-4-20-26-27]
| | | | | | [28] Agef in -18ans, +60ans, 18-29ans
| | | | | | | [29] D7origine in 4, 6, 7
| | | | | | | | [30] D7origine in 4, 7: [2-3-4-20-26-28-29-30]
| | | | | | | | [31] D7origine in 6: [2-3-4-20-26-28-29-31]
| | | | | | | [32] D7origine in 2, 3, 5
| | | | | | | | [33] StructureMenage in 2: [2-3-4-20-26-28-32-33]
| | | | | | | | [34] StructureMenage in 3, 4: [2-3-4-20-26-28-32-34]
| | | [35] D7origine in 1
| | | | [36] sexef in homme: [2-3-35-36]
| | | | [37] sexef in femme
| | | | | [38] StructureMenage in 1, 2, 3
| | | | | | [39] StructureMenage in 1, 2: [2-3-35-37-38-39]
| | | | | | [40] StructureMenage in 3: [2-3-35-37-38-40]
| | | | | [41] StructureMenage in 4, 5: [2-3-35-37-41]
| | [42] NiveauMotorisation in 0 voiture: [2]
| [43] statutf in autre, colllyc, etudiant, foyer, primaire, retraite
| | [44] statutf in autre, foyer, retraite
| | | [45] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | | [46] D7origine in 3, 4, 5, 6, 7
| | | | | [47] StructureMenage in 1, 2, 4, 5
| | | | | | [48] D7origine in 6, 7: [43-44-45-46-47]
| | | | | | [49] D7origine in 3, 4, 5
| | | | | | | [50] sexef in homme
| | | | | | | | [51] Agef in 30-59ans: [43-44-45-46-47-49-50-51]
| | | | | | | | [52] Agef in +60ans, 18-29ans: [43-44-45-46-47-49-50-52]
| | | | | | | [53] sexef in femme
| | | | | | | | [54] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture
| | | | | | | | | [55] Agef in +60ans: [43-44-45-46-47-49-53-54-55]
| | | | | | | | | [56] Agef in 18-29ans, 30-59ans
| | | | | | | | | | [57] statutf in autre, retraite: [43-44-45-46-47-49-53-54-56-57]
| | | | | | | | | | [58] statutf in foyer: [43-44-45-46-47-49-53-54-56-58]
| | | | | | | | [59] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture
| | | | | | | | | [60] D7origine in 4: [43-44-45-46-47-49-53-59-60]
| | | | | | | | | [61] D7origine in 3, 5: [43-44-45-46-47-49-53-59-61]
| | | | | [62] StructureMenage in 3
| | | | | | [63] D7origine in 4, 6, 7
| | | | | | | [64] statutf in foyer: [43-44-45-46-62-63-64]
| | | | | | | [65] statutf in autre, retraite: [43-44-45-46-62-63-65]
| | | | | | [66] D7origine in 3, 5
| | | | | | | [67] statutf in autre: [43-44-45-46-62-66-67]
| | | | | | | [68] statutf in foyer, retraite
| | | | | | | | [69] D7origine in 5: [43-44-45-46-62-66-68-69]
| | | | | | | | [70] D7origine in 3: [43-44-45-46-62-66-68-70]

```
| | | | [71] D7origine in 1, 2
| | | | | [72] StructureMenage in 3
| | | | | | [73] statutf in autre, retraite: [43-44-45-71-72-73]
| | | | | | [74] statutf in foyer: [43-44-45-71-72-74]
| | | | | [75] StructureMenage in 1, 2, 4, 5
| | | | | | [76] D7origine in 2
| | | | | | | [77] statutf in autre: [43-44-45-71-75-76-77]
| | | | | | | [78] statutf in foyer, retraite: [43-44-45-71-75-76-78]
| | | | | | [79] D7origine in 1: [43-44-45-71-75-79]
| | | [80] NiveauMotorisation in 0 voiture
| | | | [81] StructureMenage in 1, 4, 5: [43-44-80-81]
| | | | [82] StructureMenage in 2, 3
| | | | | [83] sexef in homme: [43-44-80-82-83]
| | | | | [84] sexef in femme: [43-44-80-82-84]
| | [85] statutf in colllyc, etudiant, primaire
| | | [86] statutf in primaire
| | | | [87] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | | | [88] D7origine in 4, 6, 7
| | | | | | [89] D7origine in 6, 7: [43-85-86-87-88-89]
| | | | | | [90] D7origine in 4
| | | | | | | [91] sexef in femme: [43-85-86-87-88-90-91]
| | | | | | | [92] sexef in homme: [43-85-86-87-88-90-92]
| | | | | [93] D7origine in 1, 2, 3, 5
| | | | | | [94] sexef in homme
| | | | | | | [95] D7origine in 2: [43-85-86-87-93-94-95]
| | | | | | | [96] D7origine in 1, 3, 5: [43-85-86-87-93-94-96]
| | | | | | [97] sexef in femme
| | | | | | | [98] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture
| | | | | | | | [99] D7origine in 1, 2, 5: [43-85-86-87-93-97-98-99]
| | | | | | | | [100] D7origine in 3: [43-85-86-87-93-97-98-100]
| | | | | | | [101] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [43-85-86-87-93-97-101]
| | | | [102] NiveauMotorisation in 0 voiture: [43-85-86-102]
| | | [103] statutf in colllyc, etudiant
| | | | [104] Agef in 18-29ans, 30-59ans
| | | | | [105] StructureMenage in 3, 4, 5
| | | | | | [106] D7origine in 4, 5, 6, 7
| | | | | | | [107] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture
| | | | | | | | [108] D7origine in 4, 5: [43-85-103-104-105-106-107]
| | | | | | | | [109] D7origine in 6, 7
| | | | | | | | | [110] StructureMenage in 3: [43-85-103-104-105-106-107-109-110]
| | | | | | | | | [111] StructureMenage in 4, 5: [43-85-103-104-105-106-107-109-111]
| | | | | | | [112] NiveauMotorisation in 0 voiture, plus de permis que de voiture: [43-85-103-104-105-106-112]
| | | | | | [113] D7origine in 1, 2, 3: [43-85-103-104-105-113]
| | | | | [114] StructureMenage in 1, 2
| | | | | | [115] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | | | | | [116] D7origine in 2, 5: [43-85-103-104-114-115-116]
| | | | | | | [117] D7origine in 1, 3, 4, 6, 7
| | | | | | | | [118] sexef in homme: [43-85-103-104-114-115-117-118]
| | | | | | | | [119] sexef in femme: [43-85-103-104-114-115-117-119]
| | | | | | [120] NiveauMotorisation in 0 voiture: [43-85-103-104-114-120]
| | | | [121] Agef in -18ans
| | | | | [122] D7origine in 4, 6, 7
| | | | | | [123] D7origine in 6, 7: [43-85-103-104-114-121-122-123]
| | | | | | [124] D7origine in 4
| | | | | | | [125] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture
| | | | | | | | [126] sexef in femme: [43-85-103-104-114-121-122-124-125-126]
| | | | | | | | [127] sexef in homme: [43-85-103-104-114-121-122-124-125-127]
| | | | | | | [128] NiveauMotorisation in 0 voiture, plus de permis que de voiture: [43-85-103-104-114-121-122-124-128]
| | | | | [129] D7origine in 1, 2, 3, 5
| | | | | | [130] D7origine in 2, 3
| | | | | | | [131] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture, plus de permis que de voiture
| | | | | | | | [132] NiveauMotorisation in plus de permis que de voiture: [43-85-103-104-114-121-129-130-131-132]
| | | | | | | | [133] NiveauMotorisation in moins de permis que de voiture
| | | | | | | | | [134] D7origine in 2
| | | | | | | | | | [135] sexef in homme: [43-85-103-104-114-121-129-130-131-133-134-135]
| | | | | | | | | | [136] sexef in femme: [43-85-103-104-114-121-129-130-131-133-134-136]
| | | | | | | | | [137] D7origine in 3
| | | | | | | | | | [138] sexef in femme: [43-85-103-104-114-121-129-130-131-133-137-138]
| | | | | | | | | | [139] sexef in homme: [43-85-103-104-114-121-129-130-131-133-137-139]
| | | | | | | [140] NiveauMotorisation in 0 voiture: [43-85-103-104-114-121-129-130-140]
| | | | | | [141] D7origine in 1, 5
| | | | | | | [142] sexef in homme: [43-85-103-104-114-121-129-141-142]
| | | | | | | [143] sexef in femme: [43-85-103-104-114-121-129-141-143]
Number of inner nodes:    71
Number of terminal nodes: 72
```

Annexe 4 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 1985

Variables	Modalités	Part TC	Part ML	Part VP
Sexe	Homme	42,38%	43,70%	56,66%
	Femme	57,62%	56,30%	43,34%
Statut	Actif	39,28%	26,13%	65,81%
	Primaire	1,57%	15,31%	6,74%
	Collège/lycée	22,95%	19,48%	4,24%
	Etudiant	14,90%	3,50%	5,03%
	Retraite	11,02%	14,89%	5,98%
	Foyer	6,11%	16,10%	8,93%
	Autre	4,16%	4,60%	3,27%
Age	-18ans	20,27%	34,25%	10,49%
	18-29ans	36,91%	15,69%	27,21%
	30-59ans	29,33%	32,66%	55,11%
	+60ans	13,49%	17,40%	7,19%
Localisation	Hypercentre	15,15%	18,41%	8,54%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	39,02%	35,94%	31,89%
	Première couronne Est	17,56%	16,06%	12,79%
	Première couronne Ouest	12,02%	12,40%	16,38%
	Deuxième couronne Est	6,07%	7,57%	8,34%
	Deuxième couronne Ouest	6,65%	5,97%	12,04%
	Troisième couronne Est	3,53%	3,66%	10,02%
Structure ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	9,12%	5,90%	7,78%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	10,24%	7,07%	14,33%
	Présence d'enfants dans le ménage	43,66%	54,90%	45,38%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	24,40%	21,37%	26,41%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	12,58%	10,76%	6,10%
Niveau Motorisation	0 voiture	28,98%	21,69%	3,05%
	Permis<Voiture	36,70%	46,13%	59,85%
	Permis>Voiture	34,32%	32,19%	37,09%

Totaux à 100% en colonne, pour chaque variable sociodémographique et chaque mode de transport

Annexe 5 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 1985

Variables	Modalités	Part TC	Part ML	Part VP
Sexe	Homme	14,66%	33,82%	51,52%
	Femme	19,37%	42,34%	38,29%
Statut	Actif	14,51%	21,59%	63,90%
	Primaire	2,94%	63,96%	33,10%
	Collège/lycée	29,56%	56,11%	14,33%
	Etudiant	41,47%	21,76%	36,77%
	Retraite	18,35%	55,47%	26,18%
	Foyer	9,32%	54,90%	35,78%
	Autre	18,06%	44,63%	37,31%
Age	-18ans	16,29%	61,56%	22,15%
	18-29ans	25,72%	24,45%	49,83%
	30-59ans	11,86%	29,55%	58,58%
	+60ans	18,91%	54,58%	26,50%
Localisation	Hypercentre	19,24%	52,28%	28,48%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	19,20%	39,56%	41,24%
	Première couronne Est	20,16%	41,23%	38,60%
	Première couronne Ouest	14,51%	33,49%	51,99%
	Deuxième couronne Est	13,51%	37,70%	48,79%
	Deuxième couronne Ouest	12,87%	25,84%	61,29%
	Troisième couronne Est	9,27%	21,50%	69,23%
Structure ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	21,32%	30,87%	47,82%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	16,07%	24,81%	59,12%
	Présence d'enfants dans le ménage	15,28%	42,98%	41,74%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	17,23%	33,76%	49,01%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	23,89%	45,68%	30,43%
Niveau Motorisation	0 voiture	33,89%	56,72%	9,38%
	Permis<Voiture	12,35%	34,72%	52,93%
	Permis>Voiture	16,84%	35,33%	47,83%

Totaux à 100% en ligne, pour chaque modalité des variables sociodémographiques

Annexe 6 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 1995

Variables	Modalités	Part TC	Part ML	Part VP
Sexe	Homme	42,28%	43,26%	53,73%
	Femme	57,72%	56,74%	46,27%
Statut	Actif	31,95%	25,33%	58,12%
	Primaire	2,25%	14,28%	6,57%
	Collège/lycée	23,99%	16,69%	5,30%
	Etudiant	20,23%	7,66%	6,52%
	Retraite	11,59%	18,25%	10,76%
	Foyer	4,13%	10,91%	7,06%
	Autre	5,87%	6,89%	5,67%
Age	-18ans	21,43%	29,81%	11,33%
	18-29ans	37,60%	17,06%	22,21%
	30-59ans	27,45%	32,12%	54,06%
	+60ans	13,52%	21,01%	12,41%
Localisation	Hypercentre	18,00%	22,54%	7,41%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	41,18%	38,41%	30,95%
	Première couronne Est	14,05%	13,00%	11,34%
	Première couronne Ouest	10,73%	11,17%	16,95%
	Deuxième couronne Est	5,48%	7,09%	9,79%
	Deuxième couronne Ouest	6,88%	4,26%	13,24%
	Troisième couronne Est	3,68%	3,53%	10,31%
Structure ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	13,81%	10,50%	8,12%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	7,74%	5,57%	12,68%
	Présence d'enfants dans le ménage	40,31%	47,92%	42,65%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	25,31%	24,30%	30,06%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	12,82%	11,71%	6,49%
Niveau Motorisation	0 voiture	29,62%	24,44%	2,24%
	Permis<Voiture	39,81%	47,24%	67,13%
	Permis>Voiture	30,57%	28,32%	30,62%

Totaux à 100% en colonne, pour chaque variable sociodémographique et chaque mode de transport

Annexe 7 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 1995

Variables	Modalités	Part TC	Part ML	Part VP
Sexe	Homme	15,35%	31,36%	53,29%
	Femme	19,40%	38,10%	42,50%
Statut	Actif	13,24%	20,96%	65,80%
	primaire	4,62%	58,52%	36,86%
	Collège/lycée	33,41%	46,43%	20,16%
	Etudiant	37,93%	28,67%	33,40%
	Retraite	14,96%	47,06%	37,97%
	Foyer	9,13%	48,20%	42,67%
	Autre	16,70%	39,18%	44,11%
Age	-18ans	19,14%	53,20%	27,65%
	18-29ans	28,41%	25,75%	45,84%
	30-59ans	11,47%	26,81%	61,72%
	+60ans	15,13%	46,94%	37,93%
Localisation	Hypercentre	21,62%	54,06%	24,32%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	20,34%	37,89%	41,77%
	Première couronne Est	19,79%	36,57%	43,64%
	Première couronne Ouest	13,52%	28,11%	58,37%
	Deuxième couronne Est	11,81%	30,53%	57,66%
	Deuxième couronne Ouest	13,33%	16,51%	70,15%
	Troisième couronne Est	9,47%	18,11%	72,43%
Structure ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	24,25%	36,80%	38,94%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	14,47%	20,78%	64,75%
	Présence d'enfants dans le ménage	15,96%	37,90%	46,14%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	16,23%	31,12%	52,66%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	23,77%	43,37%	32,86%
Niveau Motorisation	0 voiture	35,03%	57,72%	7,25%
	Permis<Voiture	12,54%	29,71%	57,75%
	Permis>Voiture	17,90%	33,12%	48,99%

Totaux à 100% en ligne, pour chaque modalité des variables sociodémographiques

Annexe 8 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 2006

Variables	Modalités	Part TC	Part ML	Part VP
Sexe	Homme	43,25%	43,85%	51,55%
	Femme	56,75%	56,15%	48,45%
Statut	Actif	39,14%	34,58%	60,94%
	Primaire	1,69%	11,40%	6,54%
	Collège/lycée	22,22%	13,64%	5,32%
	Etudiant	18,79%	5,76%	3,47%
	Retraite	10,27%	22,28%	14,85%
	Foyer	2,50%	6,01%	4,10%
	Autre	5,39%	6,33%	4,78%
Age	-18ans	18,71%	23,85%	11,30%
	18-29ans	36,96%	15,79%	16,88%
	30-59ans	32,39%	37,00%	55,32%
	+60ans	11,94%	23,36%	16,50%
Localisation	Hypercentre	20,41%	21,05%	6,18%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	45,20%	41,13%	30,68%
	Première couronne Est	10,82%	12,28%	10,85%
	Première couronne Ouest	9,41%	12,70%	16,16%
	Deuxième couronne Est	4,65%	4,84%	9,58%
	Deuxième couronne Ouest	6,03%	4,72%	14,77%
	Troisième couronne Est	3,48%	3,28%	11,78%
Structure ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	20,52%	10,60%	7,92%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	9,05%	6,62%	8,71%
	Présence d'enfants dans le ménage	39,54%	47,23%	45,12%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	17,94%	22,32%	28,59%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	12,95%	13,23%	9,66%
Niveau Motorisation	0 voiture	31,53%	22,43%	2,31%
	Permis<Voiture	34,28%	41,48%	67,65%
	Permis>Voiture	34,19%	36,09%	30,04%

Totaux à 100% en colonne, pour chaque variable sociodémographique et chaque mode de transport

Annexe 9 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 2006

Variables	Modalités	Part TC	Part ML	Part VP
Sexe	Homme	18,65%	32,59%	48,76%
	Femme	21,84%	37,25%	40,91%
Statut	Actif	16,84%	25,64%	57,52%
	primaire	4,74%	55,07%	40,19%
	Collège/lycée	38,70%	40,96%	20,34%
	Etudiant	51,73%	27,32%	20,95%
	Retraite	12,64%	47,26%	40,10%
	Foyer	11,44%	47,42%	41,14%
	Autre	20,12%	40,74%	39,14%
Age	-18ans	22,12%	48,58%	29,30%
	18-29ans	36,52%	26,89%	36,59%
	30-59ans	14,89%	29,32%	55,79%
	+60ans	13,50%	45,56%	40,94%
Localisation	Hypercentre	29,05%	51,66%	19,29%
	Reste de Lyon + Villeurbanne	24,64%	38,66%	36,70%
	Première couronne Est	19,39%	37,95%	42,66%
	Première couronne Ouest	14,10%	32,80%	53,10%
	Deuxième couronne Est	13,68%	24,52%	61,80%
	Deuxième couronne Ouest	12,96%	17,48%	69,56%
	Troisième couronne Est	9,96%	16,15%	73,89%
Structure ménage	Chef de ménage de moins de 45 ans sans conjoint	36,54%	32,53%	30,93%
	Chef de ménage de moins de 45 ans en couple sans enfant	22,87%	28,83%	48,30%
	Présence d'enfants dans le ménage	17,98%	37,02%	45,00%
	Chef de ménage de plus de 45 ans en couple sans enfant	15,06%	32,30%	52,64%
	Chef de ménage de plus de 45 ans sans conjoint sans enfant	22,74%	40,05%	37,21%
Niveau Motorisation	0 voiture	41,89%	51,37%	6,74%
	Permis<Voiture	13,49%	28,13%	58,38%
	Permis>Voiture	21,07%	38,33%	40,60%

Totaux à 100% en ligne, pour chaque modalité des variables sociodémographiques

Bibliographie

Alsnih R, Hensher D A (2003) The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population. *Transportation Research Part A* 37 (10), 903-916.

Atlas du Grand Lyon, INSEE, *cartographie et décision, 1994 (Raux et al.,1997)*

Bayart C, Bonnel P & Morency C (2009), Survey Mode Integration and Data Fusion: Methods and Challenges. In: P. Bonnel, M. Lee-Gosselin, J. Zmud & J.-L. Madre (Eds), *Transport survey methods: Keeping up with a changing world*. Bingley, UK: Emerald, pp. 587-612.

Bhat CR, Eluru N (2009), A copula-based approach to accommodate residential self-selection in travel behavior modeling, *Transportation Research part B*, 43(7), pp. 749-765.

Bhat CR, Guo JY (2007), A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and auto ownership levels, *Transportation Research part B*, 41(5), pp ; 506-526.

Bonnel P (2000), Une mesure dynamique des relations entre transports collectifs, étalement urbain et motorisation, le cas de Lyon, 1976-1995, *Cahiers Scientifiques du Transport* n°38, pp. 19-44.

Bonnel P (2004), *Prévoir la demande de transport*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 425p.

Bonnel P (2013), Evolution de la mobilité urbaine, communication au séminaire du Think Tank LUTB « *Evolutions des mobilités urbaines : Quels enjeux ?* », ENTPE.

Bonnel P, Bouzouina L, Pascal L, Toughraï T (2016), Redressement des EMD : quelques éléments de méthodologie, Application aux EMD lyonnaises de 1985, 1995, 2006, in *Groupes de travail RST sur l'analyse de la mobilité urbaine et le redressement des enquêtes ménages-déplacements*, CEREMA, 20 mai 2016

Bonnel P, Cabanne I, 2000, *Part de marché des transports collectifs-évolution et perspectives*

Bonnel P, Cabrera Delgado, J. 2013, *Forecasting capabilities of a micro-simulation method for trip generation*, Transport Research Arena 2014, Paris, Laboratoire d'Économie des Transports – Université de Lyon/ENTPE

Bonnel P, Gabet P (1999), *Mesure de l'effet de l'évolution des localisations et de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs*, LET pour le compte de la DRAST programme PREDIT, Lyon, 160p.

Bonnel P, Lee-Gosselin M, Zmud J & Madre J-L (Eds) (2009), *Transport survey methods: Keeping up with a changing world*. Bingley, UK: Emerald, 643p.

Bonnel P, Louafi Bouzouina, Léa Pascal, Tarik Toughraï (2014), Proposition d'une méthodologie de redressement des EMD, Application aux EMD lyonnaises de 1985, 1995, 2006 , in *Groupe de travail RST sur les méthodes d'enquêtes, leur redressement et l'analyse de la mobilité urbaine*, CEREMA, Lyon, 7-9 avril 2014

Bonnel P, Pochet P, Bayart C, Bouzouina L (2015), *Les jeune et la voiture, évolutions récentes à travers les EMD de Grenoble et de Lyon* Présentation à la réunion du conseil scientifique de la Chaire "Mobilité" de l'école Polytechnique de Montréal, 26-27 mai 2015 (invitation de P Bonnel en tant que membre du conseil scientifique de la Chaire « Mobilité »)

Bouzouina L, Bayart C, Bonnel P, Pochet P (2015), L'accès des jeunes adultes au permis de conduire Quels facteurs explicatifs ? Analyse comparée des EMD de Lyon 1995 et 2006, *52ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF),* Montpellier, 7-9 juillet 2015.

Bouzouina L, Nicolas J-P (dir), Vanco F (2010), *Quel développement durable des mobilités quotidiennes au sein de l'agglomération lyonnaise ?* LET, rapport final, pour le compte du Grand Lyon.

Bouzouina L, Nicolas J-P, Vanco F (2011), Evolution des émissions de CO2 liées aux mobilités quotidiennes : une stabilité en trompe l'œil, *Recherche Transports Sécurité, vol 27, N°2, pp.128-139.*

Cabrera Delgado J (2013), *Quelle prise en compte des dynamiques urbaines dans la prévision de la demande de transport ?*, thèse de doctorat de Sciences Economiques, Université Lumière Lyon2, ENTPE, Lyon

Cabrera Delgado J, Bonnel P (2014), Forecasting capabilities of a micro-simulation method for trip generation, *Transport research arena*, Paris, 14-17 avril 2014, 10 p.

Cabrera Delgado J, Bonnel P (2016), Level of aggregation of zoning and temporal transferability of the gravity distribution model: the case of Lyon, *Journal of Transport Geography*, N°51, pp. 17-26. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.10.016

Castaigne M, Hubert J-P, Toint P (2003), *La mobilité des aînés*, Namur : P.U.N.

Cerema, 2013, « *EMD, EDVM et EDGT : méthodes et guides* », édition du CEREMA, Lyon

Certu (2008). *L'Enquête ménages déplacements « standard Certu »*. Guide méthodologique. Editions du Certu. Lyon

Crozet Y, Lopez-Ruiz HG, Château B, Bagard V (2008), *Comment satisfaire les objectifs internationaux de la France en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de pollution transfrontalières ?* Programme de recherche consacré à la construction de scénarios de mobilité durable, rapport final LET-ENERDATA, PREDIT, Paris.

Gitton F (2006), *Comportements de mobilité et simulation de déplacements sur l'agglomération lyonnaise*, rapport de stage ENSAE au Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon, 79p.

Godinot C, Bonnel P (2008), *Phase d'affectation : mise en forme du réseau routier sur l'aire urbaine de Lyon, rapport intermédiaire N°8 du projet SIMBAD*, LET, pour le compte de la DRAST et de l'ADEME dans le cadre du PREDIT, 163p.

Gusbin D, Toint P, Cornelis E Poulain M, Eggerickx T (2007), *Démographie, géographie et mobilité. Perspectives à long terme et politiques pour un développement durable*, Bruxelles, Politique scientifique fédérale, 2007, PADD II, 144p.

Hjorthol R, Levin L, Sirén A (2010), Mobility in different generations of older persons: The development of daily travel in different cohorts in Denmark, Norway and Sweden, *Journal of Transport Geography*, 18 (5) pp. 624–633

Joly I, (2006), Test of the Daily-Travel-Time stability using a duration model, *International Journal of Transport Economics*, Vol. XXXIII, n°3, p. 369-400.

Joly M, Morency C, Bonnel P (2009), Motorisation et localisation: quels effets sur le choix modal ?, *Cahiers Scientifique du Transport*, N°55/2009, pp. 97-125.

Kitamura R, Robinson J P, Golob T F, Bradley M A, Leonard J, Van der Hoorn T (1992), A comparative analysis of time use in The Netherlands and California, in Proceedings of the 20th *PTRC Summer Annual Meetings Seminar E* (PTRC, London) pp 127–138.

Kuhnimhof T, Buehler R, Wirtz M, Kalinowska D (2012), Travel trends among young adults in Germany: increasing multimodality and declining car use for men, *Journal of Transport Geography*, 24, pp. 443–450

Kumar A, Levinson D (1995), Temporal variations on allocation of time, *Transportation Research Record*, 1493, PP. 118-127.

Levinson D, Kumar A (1995), Activity, travel and the allocation of time, *APA Journal*, pp. 458-470.

Levinson D, Wu Y, Rafferty P (2003), Rational locator Re-examined : are travel times still stable?, paper presented at the *10th International Conference on Travel Behaviour Research*, Lucerne.

Levinson D, Wu Y (2005), The rational locator re-examined : Are travel times still stable? *Transportation*, 32, p. 187-202

Licaj I., Pochet P., Bonnel P., Bouzouina L., Ortar N., Vincent S. (2014), *Les jeunes adultes et la voiture. Analyse des enquêtes ménages déplacements de la région grenobloise de 2002 et 2010*, projet EvolMob, rapport d'étape pour le Forum Vies Mobiles, LET, dec., 84 p ;

Livre vert, septembre 2007, *Vers une nouvelle culture de la mobilité urbaine*

Mercado R, Páez A (2009) Determinants of distance traveled with a focus on the elderly: a multilevel analysis in the Hamilton CMA, Canada. *Journal of Transport Geography* 17 (1), 65-76.

Morency C, Chapleau R (2003), Mesures de diverses expressions de l'étalement urbain à l'aide de données fusionnées d'enquêtes transport et de recensement : étude multi perspectives du Grand Montréal, *Les cahiers Scientifiques du Transport* **43**, pp.3-24

Morency C, Chapleau R (2008), Age and its relation with home location, household structure and travel behaviors: 15 years of observation, *87th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington D.C.

Morency C, Kestens Y (2007), Measuring activity spaces of people, households and population segments, proceedings of the *11th World Conference on Transport Research*, Berkeley, California

Morency C, Páez A, Roorda M, Mercado RG, Farber S (2010), Distance Traveled in Three Canadian Cities: Spatial Analysis from the Perspective of Vulnerable Population Segments, *Journal of Transport Geography*, **19** (1) 39-50.

Morency C, Trépanier M, Tremblay V, Poliquin E (2011), Insights on the determinants of walk trips using large scale travel survey data, *1st Conference on Integrated Transportation & Development for a Better Tomorrow*, Chicago

Nicolas J-P, Bonnel P, Cabrera J, Godinot C, Homocianu M, Routhier J-L, Toilier F, Zuccarello P (2009), *Simuler les mobilités pour une agglomération durable*. LET, rapport final. 211 p.

Oakil AT, Ettema M, 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 (4), pp. 889–904

Ortar N, Bonnel P, Morency C, Boudreau J-A, Vincent-Geslin S, Ribeiro C, Pochet P, Bouzouina L, Licaj I, Martin T, Verreault H, Bourdeau J-S (2016), *Évolutions des pratiques de mobilité et du rapport à l'automobile chez les jeunes. Une comparaison Lyon-Montréal*, Présentation comité scientifique Forum des Vies Mobiles, 20 avril 2016

Ortar N, Boudreau J-A, Vincent-Geslin S, Ribeiro C, Bonnel P, Morency C, Pochet P, Bouzouina L, Martin T, Verreault H, Licaj I (2015), *Évolutions des pratiques de mobilité et du rapport à l'automobile chez les jeunes. Une comparaison Lyon-Montréal*, rapport final de recherche Laboratoire d'Économie et d'Aménagement des Transports, Laboratoire Vespa, Polytechnique Montréal pour le compte du Forum des Vies Mobiles, 219 p.

Ortar, N., Ribeiro, C., Vincent-Geslin, S., Boudreau, J.A., Pochet, P., Morency, C., Bonnel, P. (2015), « Les jeunes dans le *move* : actualité de leurs déplacements, une enquête comparative Lyon Montréal », *Évolution des modes de vie urbains, nouveaux comportements : Quelles tendances ? Quelles attentes ? Quelles innovations ?, 4èmes Rencontre LPA*, Musée des confluences, Lyon, 30 novembre 2015.

Páez A, Scott DM, Potoglou D, Kanaroglou PS, Newbold KB (2007) Elderly mobility: demographic and spatial analysis of trip making in the Hamilton CMA. *Urban Studies* 44 (1), 123-146

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, rapport pour le PREDIT

Pitombo CS, Kawamoto E, Sousa AJ (2011), An exploratory analysis of relationships between socioeconomic, land use, activity participation variables and travel patterns, *Transport Policy* 18, PP. 347-357.

Pitout N. (2014), *Evolution de la mobilité domicile-travail des actifs dans les aires urbaines de Lyon et Grenoble (2006-2010)*, Travail de Fin d'Etudes de l'ENTPE, juin, 60 p.

Pluvinet P (2014) Note de travail sur le calcul de la matrice de passage, note interne LET, Lyon

Pochet P (1995), *Mobilité quotidienne des personnes âgées en milieu urbain : évolutions récentes et perspectives*, thèse de doctorat de sciences économiques, Université Lumière Lyon 2, Lyon, 321p.

Pochet P (2003), Mobilité et accès à la voiture chez les personnes âgées: Evolutions actuelles et enjeux, *Recherche Transports Sécurité* **79**: pp. 93–106.

Pochet P, Bonnel P, Ortar N, Bouzouina L, Vincent S, Licaj I, Bayart C (2015), Les jeunes adultes et la voiture, évolutions récentes à travers les EMD de Grenoble et de Lyon, présentation au *Club EMD*, AURG, Grenoble, 17 sept.

Pochet P, Corget R (2010), Entre "automobilité", proximité et sédentarité, quels modèles de mobilité quotidienne pour les résidents âgés du périurbain ?, *Espace Populations Sociétés*, n°1, pp. 69-81

Pochet P., Bonnel P., Bouzouina L. (2014), EvolMob - Analyse des facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine, *Atelier thématique Cerema, Demande de transport : méthodes de recueil, analyses et prospective*, Paris La Défense, 17 dec

Pochet P., Bonnel P., Bouzouina L., Joly I., Morency C. (2013), EvolMob - Analyse des facteurs explicatifs de l'évolution de la mobilité urbaine, *Séminaire du Predit GO6 "Crise, évolution des modes de vie, mobilité et politiques de transport"*, Paris, 6 nov.

Pochet P., Nicolas J.-P. (2015), Qu'y a-t-il derrière le peak car ? Analyse des évolutions récentes de l'utilisation de la voiture, *Séminaire du Pôle LUTB « e-vasion »*, Vaulx-en-Velin, 19 nov.

Purvis CL (1994), Changes in regional travel characteristics and travel time budgets in the San Francisco bay area: 1960-1990. Presented at the *73rd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C..

Raux C, Ma T-Y, Joly I, Kaufmann V, Cornelis E, Ovtracht N (2010), Travel and activity time allocation: an empirical comparison between cities in Europe, *Transport Policy*,n°18, p. 401-412.

Roorda M, Páez A, Morency C, Mercado RG, Farber S (2010), Trip Generation of Vulnerable Populations in Three canadian Cities: A Spatial Ordered Probit Approach, *Transportation*, Vol. 37, no.3, pp.525-548.

Scott DM, Newbold KB, Spinney JEL, Mercado R, Páez A, Kanaroglou PS (2009). New insights into senior travel behavior: the Canadian experience. *Growth and Change* 40 (1), 140-68

Timmermans HJP, Arentze TA, Joh CH (2002), Analysing space–time behaviour: New approaches to old problems, *Progress in Human Geography* 26 175–190

Toughrai T, Bonnel P, Bouzouina L, Pascal L (2014), Méthodologie et mise en œuvre de la mise en cohérence des données : Redressement des enquêtes ménages déplacements par la méthode du calage sur marges - Application à l'agglomération lyonnaise 1985-1995-2006, ;

Valiquette F (2010), *Typologie des chaînes de déplacement et modélisation descriptive des systèmes d'activités des personnes*. Mémoire de maitrise, école polytechnique de Montréal, Montréal, 139p.

Vincent S., Pochet P., Ortar N., Bonnel P., Bouzouina L. (2016), Pratiques multimodales et changements de mobilité chez les jeunes adultes, *Entretiens Jacques Cartier, Vers une mobilité « sans couture » dans la ville ? Multimodalité et intermodalité, quelles innovations en France et au Québec ?*, Lyon, 22-23 nov.

Vincent-Geslin S, Pochet P, Ortar N, Bonnel P, Bouzouina L (2015), Je t'aime… moi non plus. Quels changements dans le rapport des jeunes Lyonnais à l'automobile ? *14ème Colloque MSFS. Mobilités en changement, changements par les mobilités*, Lyon, 5-6 nov. 2015

Vincent-Geslin S, Pochet P, Ortar N, Bonnel P, Bouzouina L (2016), Je t'aime… moi non plus. Quels changements dans le rapport des jeunes Lyonnais à l'automobile ?, article soumis à la revue *Espace-Temps* accepté, en attente de publication.

Vincent-Geslin S, Pochet P, Ortar N, Bonnel P, Bouzouina L (2016), *Le changement, c'est maintenant ? Evolution du rapport à l'automobile des jeunes Lyonnais*, présentation dans le cadre des petits dej' du CEREMA, Lyon, 13 mai 2016

Table des matières

AVANT-PROPOS 6
CHAPITRE I : INTRODUCTION 8
1. Objectif du projet de recherche 8
2. Positionnement du projet 9
3. Les déterminants de l'usage des modes de transport 10
3.1. Changements démographiques 10
3.2. Socio-économie 10
3.3. Localisation résidentielle et des activités 10
3.4. Synthèse de la littérature 10
3.5. Application aux agglomérations lyonnaises et grenobloises 11
4. Méthodologie 12
4.1. Méthode de décomposition des effets 12
4.2. Méthode de segmentation 12
CHAPITRE II : Méthode de décomposition des effets 14
1- Méthode de décomposition des effets (Bonnel, Gabet, 1999) 14
1.1. Notations 14
1.2. Expression de la part de marché des transports collectifs 14
1.3. Principe de décomposition des effets 14
1.4. Intérêt de cette méthode 17
1.5. Nécessité d'indépendance de l'évolution des différentes variables 17
2- Données et zonage 18
3- Formulation et préparation des variables 23
1.1. Matrice localisation 23
1.2. Matrice motorisation 25
1.3. Matrices offre de transport 27
1.4. Test de corrélation 30
4- Calage du modèle 32
4.1. Expression de la fonction de partage modale g 33
4.2. Calage du modèle 33
5- Résultats de l'application de la méthode de décomposition des effets 35
5.1. Effets combinés 35
5.2. Effets simples 36
CHAPITRE III : L'impact de l'évolution de la structure sociodémographique 39
1- Méthodologie 39
a- Données 39
b- Segmentation : construction de l'arbre 39

2- Impact sur le partage modal de l'évolution de la structure sociodémographique de la population lyonnaise 42
2.1. Contribution importante sur les TC de l'effet du changement de structure de la population entre 1985 et 1995 42
2.2. Une contribution très limitée des effets de changement de structure de population entre 1995 et 2006 à l'évolution des pratiques modales 44
2.3. Des effets de l'évolution de la structure sociodémographiques très faibles sur 20 ans entre 1985 et 2006 46
3- Etude de l'impact de chaque variable dans la mobilité 47
3.1. Méthodologie 47
3.2. La variable statut a un impact positif sur les parts TC entre 1985 et 1995 49
3.3. La variable statut a un impact négatif sur les parts TC entre 1995 et 2006 50
3.4. Bilan de l'impact des variables sociodémographiques entre 1985 et 2006 52
4. Conclusion du chapitre 53
CHAPITRE IV : Conclusion générale : des évolutions modales partiellement expliquées par les variables usuelles 54
Annexe 1 : Estimation des effets doubles, triples et quadruple 59
Annexe 2 : Arbre de segmentation de la population 1985 63
Annexe 3 : Arbre de segmentation de la population 1995 65
Annexe 4 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 1985 67
Annexe 5 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 1985 68
Annexe 6 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 1995 69
Annexe 7 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 1995 70
Annexe 8 : Répartition (en colonne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques, pour chacun des modes, EMD 2006 71
Annexe 9 : Répartition modale (en ligne) des sorties du domicile en fonction des variables sociodémographiques EMD 2006 72
Bibliographie 73
Résumé 80

Résumé

Après une progression continue de l'usage de la voiture dans la plupart des conurbations de l'OCDE, on assiste dans beaucoup de pays à une inversion de tendance avec une plus ou moins grande réduction de la place de la voiture selon les indicateurs retenus pour la mesurer et selon les conurbations. De nombreux facteurs sont susceptibles d'expliquer cette tendance (vieillissement, augmentation du prix du pétrole, préoccupation environnementale, congestion, politique de déplacements plus contraignante pour la voiture développement des transports collectifs…). Mais ces facteurs sont fortement corrélés entre eux. La quantification de la contribution de chacun des facteurs à l'évolution de la mobilité est donc complexe.

Cette recherche a mis en œuvre deux méthodes pour quantifier la contribution des principaux facteurs explicatifs de l'évolution de l'usage de la voiture et des transports collectifs :

- méthode de segmentation. Elle combine des méthodes d'analyses multidimensionnelles des données permettant de segmenter la population relativement à certaines caractéristiques de la mobilité quotidienne avec la prise en compte de l'évolution des caractéristiques sociodémographiques de la population durant la même période. L'application de cette méthode a permis de quantifier l'incidence de l'évolution des principales caractéristiques sociodémographiques à l'évolution des parts modales ;
- méthode de décomposition des effets. Elle permet grâce à une orthogonalisation de quelques variables de mesurer la contribution de chacune d'entre elles à l'évolution d'un paramètre, ici la part des transports collectifs relativement à la voiture. Cette méthode a permis de quantifier l'incidence de l'étalement urbain, de la motorisation et de l'évolution des offres routières et de transports collectifs.

L'analyse a été conduite sur les données des enquêtes ménages déplacements de l'agglomération lyonnaise. Plusieurs rapports ont été produits :

- rapport sur le redressement homogène des enquêtes ménages déplacements de l'agglomération lyonnaise 1985, 1995 et 2006 ;
- rapport sur l'évolution de la mobilité entre 1995 et 2006 et plus particulièrement sur l'usage des modes de transport ;
- rapport de l'application des deux méthodes décrites ci-dessus.

Il en ressort que si, des effets de génération sont à l'œuvre (avec le renouvellement des générations, hausse de l'usage de la voiture chez les retraités, et, à partir de 1995, baisse chez les jeunes adultes) l'impact de l'évolution de la structure socio-démographique de la population de l'agglomération lyonnaise est très limité sur l'usage des modes toutes choses égales par ailleurs. Les effets de la localisation, de la motorisation et de l'offre de transport sont plus significatifs :

- l'évolution de la structure spatiale des origine-destination des déplacements des individus a contribué à une baisse de -8,5% de la part de marché des transports collectifs entre 1985 et 2006 ;
- l'évolution de la motorisation (à structure spatiale inchangée de manière à supprimer la corrélation avec les localisations) contribue à une baisse de la part de marché des transports collectifs de 4,7% entre 1985 et 2006 ;
- l'évolution de l'offre de transport collectif définie à travers la matrice origine-destination de temps généralisés entre les zones de l'agglomération explique une croissance de la part de marché des transports collectifs de 4,6% entre 1985 et 2006 ;
- l'évolution de l'offre routière définie à travers la matrice origine-destination de temps généralisés entre les zones de l'agglomération explique une croissance de la part de marché des transports collectifs de 11,1% entre 1985 et 2006 du fait d'une croissance significative de la congestion mesurée sur chaque origine-destination.

Toutefois la combinaison de l'ensemble de ces éléments n'est pas de nature à expliquer les évolutions observées entre 1985 et 2006 avec une forte croissance de l'usage des transports collectifs au détriment des déplacements automobiles. Les travaux plus qualitatifs conduits en parallèle dans le cadre d'un contrat pour le Forum des Vies Mobiles confirment les effets de génération à l'œuvre chez les 18-35 ans. Ils permettent notamment de mettre en évidence une forte évolution du rapport à l'automobile chez les jeunes adultes qui n'apparaît plus autant comme synonyme d'indépendance et de souplesse dans la gestion de la mobilité. Le permis est plus vu comme un « diplôme » potentiellement nécessaire pour l'entrée dans la vie active. Dans un contexte de difficultés d'accès à l'emploi, de décalage des étapes du cycle de vie et du coût élevé de l'accès à la conduite automobile, la détention du permis de conduire, d'une part diminue chez les plus jeunes adultes, et d'autre part, n'entraîne plus aussi mécaniquement, la motorisation ,notamment dans les zones les plus centrales. Enfin la possession automobile est de plus en plus découplée de son usage chez les jeunes adultes tout particulièrement chez les jeunes adultes des zones centrales moins contraints financièrement et doté d'un usage maîtrisé des nouvelles technologies. Développant plus volontiers qu'il y a une dizaine d'années des pratiques multimodales et intermodales, les jeunes adultes optimisent leur mobilité en recourant à l'ensemble des services de mobilité à leur disposition selon l'heure de la journée ou la période de la semaine, l'origine et la destination du déplacement… D'autres facteurs sont également à l'œuvre mais sont apparus comme moins déterminants.