



Mesure de l'effet de l'évolution des localisations et de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs

Patrick Bonnel, Pascal Gabet

► To cite this version:

Patrick Bonnel, Pascal Gabet. Mesure de l'effet de l'évolution des localisations et de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs. [Rapport de recherche] N°98 MT96, PREDIT; DRAST; Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement; LET. 1999, pp.173. halshs-01684624

HAL Id: halshs-01684624

<https://shs.hal.science/halshs-01684624>

Submitted on 15 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.

Mesure de l'effet de l'évolution des localisations et de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs

**Patrick BONNEL
Pascal GABET**

Laboratoire d'Economie des Transports
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

Mars 1999

Recherche financée par la DRAST, Ministère de l'Équipement des Transports et
du Logement. Lettre de commande N°98 MT96, dans le cadre du PREDIT

AVANT-PROPOS

Ce rapport a été initié dans le cadre du mémoire de DEA d'Economie des Transports de l'Université Lumière Lyon 2 et de l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, réalisé par Pascal GABET, sous la direction de Patrick BONNEL.

Il a ensuite été repris et finalisé dans le cadre du PREDIT, grâce à un financement de la Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Equipeement, des Transports et du Logement, lettre de commande N°98 MT96.

NOTE DE SYNTHÈSE

Mots-clés : localisation, motorisation, répartition modale, transports collectifs, politique de déplacements urbains, quantification des effets, urbains, agglomération lyonnaise.

A l'heure où de nombreuses agglomérations, dans le cadre des nouveaux Plans de Déplacements Urbains (PDU) cherchent à réduire ou à contenir la place de la voiture en ville, ce rapport tente d'évaluer la contribution de certaines tendances lourdes d'évolution du partage modal entre les transports collectifs et la voiture.

Parmi l'ensemble des tendances lourdes, nous avons travaillé sur les localisations et la motorisation. Grâce à une méthodologie relativement classique, nous avons décomposé l'évolution de la part de marché des transports collectifs en trois facteurs :

- localisation,
- motorisation,
- autres facteurs (qui constituent un ensemble composite regroupant tous les autres facteurs).

L'intérêt de notre travail est d'avoir réussi ensuite à quantifier la contribution de l'évolution de chacun de ces facteurs à l'évolution de la part de marché des transports collectifs. Grâce à des formulations originales des trois facteurs, nous pouvons résumer l'ensemble de l'évolution en un produit des trois effets simples avec des effets croisés négligeables. L'application sur les données des trois dernières enquêtes ménages de l'agglomération lyonnaise réalisées en 1976-1977, 1985-1986 et 1994-1995 permet de quantifier l'impact de chacun de ces facteurs.

La variation des localisations des origines-destinations des déplacements génère ainsi une baisse de 6 % de la part de marché des transports collectifs entre 1976 et 1985 et de 8 à 9 % entre 1985 et 1995 selon le périmètre. Sur 20 ans on obtient ainsi une chute de 12 % sur le périmètre de l'enquête de 1976. L'évolution des localisations des origines-destinations des déplacements a donc eu une influence négative sur la fréquentation des transports collectifs, contribuant à réduire les bénéfices attendus des investissements importants effectués sur ce mode de transport.

Nous avons ensuite cherché à relier l'évolution des localisations des origines-destinations des déplacements à l'évolution des localisations de l'habitat et du travail. Pour cela nous avons cherché à établir une relation entre la matrice origines-destinations et la matrice des couples domicile*travail ou études. Mais les résultats s'avèrent de qualité médiocre. Certes les tendances d'évolution des deux matrices vont dans le même sens d'une périphérisation des flux et d'une dissociation des origines et des destinations. Mais la matrice des couples résidence * lieux de travail ou d'études amplifie assez fortement les évolutions observées sur la matrice des déplacements.

La variation de la matrice des motorisations entraîne des évolutions plus modérées que celle des localisations. Selon, les formulations utilisées et les définitions de la motorisation, la variation de la matrice des motorisations explique une baisse de 4 à 7 % de la part de marché des transports

collectifs durant la première décade. Par contre, l'incidence est beaucoup plus réduite durant la seconde décade. Elle oscille de 0 à 4 %.

Enfin, si la variation de la matrice des autres facteurs a des effets très positifs sur la part de marché des transports collectifs entre 1976 et 1985, ce n'est plus du tout le cas entre 1985 et 1995, l'effet étant au mieux nul. Certes, les autres facteurs ne se résument pas à l'offre de transports collectifs, mais on peut penser que celle-ci doit y avoir sa place. Cette offre s'est pourtant accrue de manière similaire en terme de nombre de places-kilomètres offertes ou de kilomètres métro. Mais seule la première décade se traduit par un effet important des autres facteurs sur la part de marché des transports collectifs. Il se peut que l'impact n'ait pas été le même dans la mesure où l'offre métro représentait une innovation durant la première décade. Toutefois, il est également probable que d'autres éléments ont dû jouer un rôle inverse. A ce titre, on peut évoquer la politique de construction massive de places de stationnement dans l'hypercentre de Lyon au cours de la seconde décade et une amélioration significative de l'offre routière.

Sur le plan méthodologique, il nous semble utile de revenir sur l'interprétation que l'on peut donner de ces résultats. Tout d'abord, nous nous gardons bien de les interpréter comme étant le signe d'une relation de causalité univoque. Le terme effet est en fait impropre, car il réfère à une relation de causalité que nous ne souhaitons pas aborder ici, car notre travail ne nous permet pas de traiter pleinement cette question. En revanche, nous mettons en évidence qu'une certaine évolution des localisations peut être reliée à une certaine évolution de la part de marché des transports collectifs et que l'on peut quantifier cette relation. La même constatation peut être faite pour la motorisation.

La seconde remarque a trait à l'indépendance entre les facteurs. Le résultat que nous produisons ne signifie pas que nos trois facteurs sont indépendants entre eux. L'évidence démontrerait facilement le contraire. Par contre, nous avons réussi à trouver une formulation qui permet de réduire (si ce n'est supprimer) la dépendance entre l'évolution des éléments que nous avons pris en compte.

Ceci nous amène à la dernière remarque. Ce que nous nommons effet motorisation, par exemple, est en fait un abus de langage. L'évolution de la motorisation peut avoir des incidences sur les choix de localisation qui sont alors inscrits dans notre étude comme effet localisation et non effet motorisation, tout comme les choix de localisation peuvent avoir une incidence sur la motorisation. Ce que nous nommons effet motorisation ne correspond donc pas forcément à la totalité des effets de la motorisation sur l'usage des modes. Nous établissons plutôt une quantification de la relation entre l'évolution de la matrice origines-destinations et l'évolution de la part de marché des transports collectifs. Tout comme nous quantifions la relation entre l'évolution de la matrice origines-destinations des motorisations et l'évolution de la part de marché des transports collectifs ; de même pour la matrice des autres facteurs. Et surtout l'évolution combinée de ces trois matrices signifie une évolution de la part de marché des transports collectifs égale au produit des trois relations, avec des relations croisées nulles. On peut exprimer ce résultat par la formulation mathématique suivante :

$$\Delta P_{TC} = f(\Delta \text{matrice localisation}) * g(\Delta \text{matrice motorisation}) * h(\Delta \text{matrice autres facteurs})$$

avec ΔP_{TC} : variation de la part de marché des transports collectifs entre deux dates

f, g, h trois fonctions indépendantes

C'est le résultat de ces trois fonctions que nous dénommons par facilité effet localisation, motorisation et autres facteurs, même s'il ne désigne en fait qu'une relation entre une certaine formulation de la localisation, de la motorisation ou des autres facteurs et la part de marché des transports collectifs.

Au-delà de la quantification des effets, notre travail a permis de construire deux matrices originales : matrice des motorisations et matrice des autres facteurs. La première permet d'associer une motorisation à un flux de déplacements. Elle présente le mérite d'illustrer une autre vision de la motorisation, que celle généralement présentée à travers la motorisation du ménage ou de l'individu. Cette fois l'attribut est transféré au déplacement. Il permet en quelque sorte de déterminer l'accès moyen à l'automobile pour les déplacements réalisés sur une origine-destination particulière. Cette définition permet de relativiser quelque peu les différences de motorisation que les statistiques de motorisation des ménages font apparaître entre le centre et la périphérie. Le rapport n'est plus de 1 à 2 entre l'hypercentre et les zones les plus éloignées du périmètre d'étude, mais une variation de 20 à 40 % entre les flux de l'hypercentre et ceux de lointaine périphérie pour lesquels la motorisation est la plus élevée. On constate également que la variation de motorisation dans le temps est relativement uniforme dans l'espace des flux et même qu'elle aurait tendance à être très légèrement supérieure dans le centre qu'en moyenne. Ces résultats relativisent quelque peu les observations qui sont fréquemment faite sur les différences d'accès à la voiture pour les déplacements effectués en modes motorisés entre les zones centrales et celles de lointaines périphéries. Il apparaît que ces différences sont en fait plutôt limitées. Cette approche ouvre des perspectives d'analyse qui mériteraient d'être approfondies.

La seconde matrice produite est celle des autres facteurs. Son analyse est assez délicate car elle est déduite des autres matrices (matrice des parts de marché des transports collectifs/ matrice des motorisations) et non à partir d'une analyse des autres facteurs. De ce fait, elle intègre également les résidus non expliqués sans que l'on sache la part qu'ils peuvent représenter. Toutefois, au-delà des valeurs elles-mêmes, la comparaison des valeurs relatives entre chacune des cases de la matrice peut apporter des informations intéressantes. De même l'évolution dans le temps de la matrice peut renseigner sur l'évolution des autres facteurs dans le temps pour chacun des flux. La formulation logistique a ainsi permis de montrer que les autres facteurs n'étaient favorables aux transports collectifs que dans les zones les plus centrales et que l'amélioration des transports collectifs a permis d'étendre, bien que faiblement, le nombre de flux concernés.

En conclusion, ces résultats amènent à s'interroger sur la capacité à accroître la part de marché des transports collectifs en agissant uniquement sur les investissements en faveur des transports collectifs. Tout laisse à penser que les évolutions passées en matière de localisation et de motorisation vont se poursuivre, si la politique en la matière n'est pas fortement infléchie. C'est donc déjà de l'ordre de 10 % de perte de part de marché des transports collectifs qui sont à attendre au cours des 10 prochaines années indépendamment de l'évolution des autres facteurs. Seule une politique volontariste sur les transports collectifs, mais aussi la voiture est alors probablement à même de renverser la tendance. De plus un accroissement significatif de la part de marché des transports collectifs nécessite probablement également une maîtrise de la localisation des flux, donc de la localisation des activités pour freiner l'étalement urbain et la dissociation des flux.

Sur le plan prospectif, cette recherche est riche d'enseignement à l'heure où les PDU sont censés inverser la vapeur pour accroître la place des transports collectifs vis-à-vis de la voiture. Les résultats montrent qu'un « simple » maintien de la part de marché des transports collectifs passe par des efforts conséquents sur les transports collectifs à moins de s'attaquer réellement à la place de la voiture en ville et à la maîtrise des localisations. Mais cela nécessite alors bien souvent des inflexions fortes des politiques de déplacements urbains et une coopération intercommunale et interservice à développer pour une mettre en place une politique globale et cohérente à l'échelle du bassin d'attraction de l'agglomération qui déborde fréquemment les limites administratives existantes.

Enfin, le modèle de décomposition des effets que nous avons appliqué sur les trois dernières enquêtes ménages de l'agglomération lyonnaise pourrait être utilisé en prospective. Il suffit de simuler d'une part différents scénarios d'évolution de la matrice des localisations en fonction d'hypothèses de localisation des activités et d'autre part des hypothèses de croissance de la motorisation pour quantifier l'incidence sur la part de marché des transports collectifs. Cette analyse serait probablement utile pour bon nombre d'études de PDU en cours, ne serait-ce que pour illustrer l'ampleur des enjeux en matière de gestion des déplacements urbains. Elle aiderait peut être aussi à prendre conscience de la nécessité d'une rupture dans la politique mise en oeuvre dans cette gestion des déplacements urbains et des localisations des activités.

Afin de renforcer le caractère prospectif de notre modèle, l'analyse des autres facteurs mériterait d'être approfondie. Notamment, il serait souhaitable d'identifier clairement la contribution de l'offre de transport tant collectif que de voirie. Une analyse à partir de fonctions de coûts généralisés pour chacun des deux modes permettraient probablement d'y répondre.

INTRODUCTION

A l'heure où de nombreuses agglomérations cherchent à réduire ou à contenir la place de la voiture en ville, ce rapport tente d'évaluer la contribution de certaines tendances lourdes d'évolution du partage modal entre les transports collectifs et la voiture.

Au cours des vingt dernières années, la plupart des grandes agglomérations françaises se sont lancées dans des programmes ambitieux de développement des transports collectifs. L'offre s'est accrue de manière significative, avec la création de réseaux en site propre dans les plus grandes agglomérations. Mais l'usage n'a pas suivi cette croissance forte. Ainsi, d'après les statistiques de l'UTP (Union des Transports Publics, 1997), sur l'ensemble des réseaux français, l'offre (exprimée en places*kilomètres offertes (PKO)) s'est accrue de 17 % de 1986 à 1996 alors que la demande a fléchi de 11 %. Dans le même temps, la croissance de l'usage de la voiture a été très intense. Ainsi la part de marché des transports collectifs a fortement chuté malgré les efforts consentis par les autorités organisatrices urbaines. L'exemple de Lyon est significatif à cet égard. Alors que l'offre de transport en commun (en PKO) a progressé de 35 % (avec notamment le doublement de l'offre métro) entre 1986 et 1995, la part de marché des transports collectifs au sein des modes motorisés a chuté de 23,5 % à 20,6 % au profit de la voiture qui a vu ses déplacements s'accroître de 25 % (SYTRAL, 1997).

Dans le même temps, les agglomérations urbaines ont connu plusieurs tendances lourdes qui ont joué sur les comportements de mobilité. Parmi celles-ci, on peut citer l'étalement urbain, la motorisation, le vieillissement de la population, la journée continue, la généralisation progressive du travail féminin La quasi totalité de ces tendances sont en fait plutôt défavorables aux transports collectifs. Même le vieillissement de la population, dont on pourrait penser qu'il joue en faveur des transports collectifs, car les personnes âgées sont actuellement une clientèle importante des transports collectifs, s'accompagne de la suprématie de la voiture, car les nouvelles générations qui arrivent à l'âge de la retraite ont massivement connu et pratiqué l'automobile et qu'il est probable qu'elles continueront à l'utiliser tant que leurs possibilités physiques le permettront (Pochet, 1995). Cette liste de tendances lourdes n'est pas limitative. De plus, dans ce rapport, nous nous limitons aux deux premières car elles nous semblent avoir produit les effets les plus marquants sur le partage entre la voiture et les transports collectifs.

Nous cherchons donc à quantifier l'influence des deux facteurs suivants :

- étalement urbain,
- motorisation,

sur le partage modal entre la voiture et les transports collectifs en milieu urbain. Pour ce faire, nous utilisons les données des trois dernières enquêtes ménages de l'agglomération lyonnaise réalisées en 1976-1977, 1985-1986 et 1994-1995. Ce travail pose bien évidemment de nombreux problèmes méthodologiques, les facteurs influençant l'usage des modes étant nombreux et le plus souvent fortement corrélés entre eux. Nous précisons ces questions méthodologiques ainsi que la

problématique dans le premier chapitre. Ensuite, nous abordons l'influence de l'étalement urbain (chapitre 2) et de l'évolution de la motorisation (chapitre 3) sur le partage modal à travers une analyse sur les 20 dernières années à Lyon.

CHAPITRE 1 :
PROBLEMATIQUE,
METHODOLOGIE

1 Une crise des déplacements urbains ...

Il est maintenant bien établi que les agglomérations doivent faire face à une triple crise des déplacements urbains. Celle-ci s'énonce financement, pollution, congestion.

Si le versement transport a pendant un temps fait écran à la crise du financement des transports collectifs urbains, celle-ci est maintenant clairement établie. Elle découle notamment de la croissance des coûts d'exploitation liée entre autres à l'augmentation de l'offre et à la baisse de productivité externe (les bus sont le plus souvent englués dans la congestion tout comme la voiture), et de la moindre croissance des recettes de trafic. Le déficit a ainsi tendance à s'accroître tandis que la charge de la dette reste forte du fait des investissements réalisés dans les années 80 et 90. Les simulations du modèle QUINQUIN (Raux, Tabourin, 1991) développé par le LET montrent que cette dégradation devrait s'amplifier si la politique menée au cours des dernières années continue sur la même lancée. Elle limite d'autant les possibilités de développement des transports collectifs alors que l'accroissement de leur usage est souhaité pour répondre aux deux autres crises.

La crise de la pollution n'est plus à démontrer. Les pics de pollution enregistrés de plus en plus souvent dans nombre d'agglomérations françaises sont là pour rappeler l'acuité du problème. Celui-ci n'est probablement pas nouveau, mais la mise en place de dispositifs de mesure permet de suivre le phénomène. Et surtout la prise de conscience par la population de l'importance des effets néfastes de la pollution ne permet de plus de l'ignorer. Diverses simulations montrent que le niveau global des émissions liées aux déplacements urbains ne devrait pas diminuer dans l'avenir si des politiques volontaristes ne sont pas mises en oeuvre. Nicolas (Nicolas, 1997) montre ainsi que les gains escomptés au niveau technologique sur les véhicules et les carburants sont en fait absorbés par l'augmentation des cylindrées des véhicules et l'accroissement des kilomètres parcourus en voiture pour des polluants comme le CO² (qui contribue notamment à l'effet de serre) ou les particules. Seule une politique volontariste sur le partage modal et les stratégies de localisation est susceptible de réduire le niveau global des émissions.

La crise de la congestion est plus difficile à mettre en évidence. Tout le monde en est convaincu, mais les indicateurs manquent pour l'illustrer clairement. L'analyse des données des enquêtes ménages montre ainsi que les temps moyens de déplacements n'ont pas évolué au cours des 20 dernières années (16 minutes en voiture en 1976, 15 en 1985 et 16 en 1995 à Lyon (Raux, Godinot, Masson, 1996) ; 21 minutes en 1976, 21 en 1983 et 22 en 1991 dans l'agglomération parisienne (DREIF, 1995)). Cette observation subsiste même en heure de pointe. Les vitesses moyennes en voiture loin de diminuer, ont augmenté au cours des vingt dernières années dans l'agglomération parisienne, pourtant la plus touchée par la congestion en France (15,5 km/heure en 1976, 16,1 en 1983 et 16,3 en 1991 (DREIF, 1995)). Cependant, les indices de circulation sur les grands axes mettent en évidence une croissance des trafics sur ces axes. Les statistiques de la DREIF (DREIF, 1996) indiquent une croissance des trafics de 2 % par an depuis 1967, au sein de l'agglomération parisienne, sur le réseau constitué des autoroutes, voies rapides et routes nationales de banlieue. Sur les autoroutes et voies rapides, la croissance est même encore plus forte. Parallèlement, le temps perdu dans les embouteillages sur ces axes augmente également. Ces apparentes contradictions correspondent en fait à des évolutions dans la mobilité et les flux de déplacements. De plus, la croissance forte du réseau routier et notamment du réseau des voies rapides contribue à masquer le problème.

Pour tenter de répondre à cette triple crise, de nombreuses pistes sont envisagées. Elles visent le plus souvent à réduire la place de la voiture par rapport aux autres modes de transports et notamment les transports collectifs. C'est également le sens des orientations de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996 qui réactive les Plans de Déplacements Urbains (PDU). L'article 28-1 de la LOTI, qui a institué les PDU a ainsi été modifié en élargissant les orientations des PDU « *La diminution du trafic automobile, le développement des transports collectifs et des moyens de transports moins polluants, l'aménagement du réseau de voirie, l'organisation du stationnement, la réduction des impacts du transport et de la livraison des marchandises, l'encouragement du personnel des entreprises et des collectivités à prendre les transports en commun et à recourir au co-voiturage* » (Lettre du GART, N°125, p1). Le PDU de Lyon ambitionne ainsi de réduire la place de la voiture parmi les modes motorisés (77,5 % en 1995 et 74,5 % en 2005 (SYTRAL, 1997)) au profit des transports collectifs et des deux-roues.

Cet objectif apparemment modeste est en fait particulièrement ambitieux. L'analyse rétrospective de la répartition modale montre que la part de la voiture a fortement progressé au cours des vingt dernières années (la part de la voiture sur l'ensemble des déplacements réalisés en voiture ou en transports collectifs a ainsi augmenté de 78 % en 1976 à 79 % en 1985 et 82 % en 1995, les transports collectifs connaissant une chute dans le même temps (sources enquêtes ménages 1976, 85 et 95)). Pourtant, l'offre de transport collectif a très fortement augmenté. Les trois premières lignes du métro lyonnais ont vu le jour entre les deux premières enquêtes et la quatrième accompagnée de prolongements des lignes existantes entre les deux dernières. L'offre des bus et des services ferroviaires a également été accrue sur l'agglomération lyonnaise pendant cette période. On mesure donc l'importance de l'effort à consentir en matière d'amélioration de l'offre de transport collectif et de financement des transports collectifs (le déficit a augmenté de 60 % entre 1986 et 1995 en francs constants (SYTRAL, 1997)) pour atteindre l'objectif du PDU de Lyon.

Ce constat posé, il est légitime de s'interroger sur le pourquoi de ces évolutions apparemment contradictoires. Vont-elles perdurer dans l'avenir amplifiant ainsi les crises du financement, de la pollution et de la congestion. La réponse semble être positive si l'on en croit les simulations du modèle QUINQUIN.

2 ... qui n'est probablement pas étrangère aux tendances lourdes de la mobilité

En fait, la plupart des tendances lourdes d'évolution de la mobilité et du partage modal sont défavorables aux transports collectifs. L'étalement urbain tant de l'habitat que de l'emploi entraîne une progression importante des flux là où les transports collectifs sont peu performants et une chute ou une stagnation là où ils sont les plus performants. La croissance de la motorisation rend possible l'usage de plus en plus fréquent de la voiture par les personnes de plus de 18 ans. Le développement du travail féminin s'accompagne souvent d'un usage accru de la voiture. La diminution du poids des élèves et des étudiants (clientèle privilégiée des transports collectifs) dans la population française provoque une baisse de fréquentation des transports collectifs. Le vieillissement de la population (les personnes âgées sont également un segment important de clientèle pour les transports collectifs) ne s'accompagne pas d'une augmentation de la clientèle des modes collectifs car le renouvellement des générations amène de nouveaux retraités ayant connu le règne de l'automobile pendant une bonne

partie de leur vie et qui ne semblent pas prêts à l'abandonner (Pochet, 1995). Dans ce tableau plutôt morose pour les transports collectifs seules les politiques d'offre et d'aménagement de l'espace nous semblent susceptibles de contrebalancer ces tendances. Si dans le passé, la politique d'offre de transport collectif a été favorable à ce mode, force est de constater que dans le même temps la politique d'offre routière et de stationnement a été favorable à la voiture et que l'étalement urbain n'a pas été maîtrisé.

L'ambition de ce travail est de tenter de quantifier la contribution de ces différents facteurs à l'évolution du partage modal. Toutefois, nous limitons ce rapport à l'analyse des deux premiers facteurs qui nous semble prépondérants parmi les facteurs socio-économiques. Nous cherchons donc à isoler la part de l'évolution de la place de la voiture qui découle uniquement de l'étalement urbain et de la motorisation. La connaissance de cette information permettrait alors de simuler l'effet de différents scénarios d'évolution de ces deux facteurs sur la place de l'automobile toutes choses égales par ailleurs.

Nous limitons notre analyse des modes de transport aux deux principaux modes motorisés : voiture particulière et transports collectifs. En effet, la marche à pied est pour l'essentiel limitée à des déplacements de proximité internes aux zones d'études (nous retenons un découpage comportant un faible nombre de zones). La part des deux roues a fortement chuté au cours des dernières décennies. Ils occupent actuellement un segment très étroit du marché des déplacements. De plus, ce mode est fortement hétérogène mêlant des modes non motorisés à des véhicules puissamment motorisés. Il s'agit évidemment d'une limite de notre étude dans la mesure où la baisse des deux-roues et de la marche ne profite probablement pas de manière équivalente à la voiture et aux transports collectifs et peut donc perturber certains des phénomènes que nous étudions.

3 Méthodologie

Nous orientons ce travail sur la quantification des relations entre l'évolution de l'étalement urbain et de la motorisation d'une part et l'évolution de la part de marché de la voiture et des transports collectifs d'autre part. Nous ne cherchons donc pas à approfondir la nature de ces relations en analysant les mécanismes explicatifs qui les sous-tendent.

Ce choix est évidemment réducteur, tout particulièrement dans une perspective prévisionnelle. En effet, rien ne nous permettra d'affirmer que les relations que nous établirons sur le passé sont appelés à perdurer dans l'avenir. Toutefois, les nombreuses études menées sur les déterminants du choix modal (Gabet, 1997 ; Massot, Orfeuill, 1989, 1990, 1991 ; Kauffman, Guidez, 1996 ; Bonnafoos, Tabourin, 1995 ; Madre, Armoogum, 1996 ; Andan, Bonnel, Raux, 1988 ...) nous laissent tout de même penser que l'étalement urbain et la motorisation sont des facteurs explicatifs du partage modal.

Notre souhait de quantification nous conduit donc à analyser des données d'enquêtes déplacements diachroniques parallèlement à l'évolution des données sur les localisations et la motorisation. Les enquêtes ménages répondent à cet objectif dans quelques agglomérations françaises. A Lyon, notamment, les trois dernières enquêtes ménages conduites en 1976/77, 1985/86 et 1994/95 ont suivi une méthodologie comparable (CETE de Lyon, 1977, 1986, 1995).

Ces trois enquêtes nous permettent donc de balayer 20 ans de mobilité urbaine à Lyon et d'analyser l'évolution du partage modal en parallèle avec l'évolution des localisations et de la motorisation.

La méthodologie développée nous amène à travailler en séparant la contribution des facteurs à l'évolution du partage modal. Dans un premier temps, nous séparons les facteurs pris en compte en deux groupes. D'un côté les facteurs de localisation et de l'autre l'ensemble des autres facteurs. Nous posons ensuite l'hypothèse d'indépendance d'évolution de ces deux paquets. Cette hypothèse nous permet alors d'étudier la contribution de chacun des deux paquets à l'évolution du partage modal. La traduction mathématique est exposée plus avant (chapitre 2, section 4.1.2). Dans le chapitre suivant, nous isolons cette fois trois groupes de facteurs : les localisations, la motorisation et l'ensemble des autres facteurs.

L'hypothèse d'indépendance entre les trois facteurs est indispensable pour nous permettre d'étudier la contribution des facteurs de localisation et de motorisation à l'évolution du partage modal indépendamment de l'évolution des autres facteurs, et donc de quantifier cette contribution. Il est clair qu'elle est très forte et de nombreuses études sur le choix du mode de transport mettent en évidence le lien entre localisation et motorisation. Ce constat nous amène à formuler autrement l'hypothèse. Pour cela, nous définissons une motorisation au niveau de l'origine-destination. Cette formulation originale de la motorisation nous permet cette fois de poser l'hypothèse d'indépendance entre la localisation et la motorisation au niveau de chaque origine-destination (Cf. traduction mathématique chapitre 3, section 2).

4 Les données

Nous nous appuyons sur le cas de l'agglomération lyonnaise. Les données que nous utilisons sont issues des trois dernières enquêtes ménages menées sur cette agglomération. La première enquête a été réalisée entre Septembre 1976 et Février 1977. Pour plus de commodité, nous la dénommerons par la suite EM 76. La seconde a été menée entre Novembre 1985 et Mars 1986. Nous l'appellerons EM 85. Enfin, la dernière a été réalisée entre Novembre 1994 et Avril 1995. Nous avons choisi de l'appeler EM 95. Ces trois enquêtes permettent donc de balayer 20 ans de mobilité urbaine à Lyon.

Elles sont particulièrement adaptées à notre étude de par les renseignements qu'elles contiennent. Elles reposent sur une méthodologie commune contrôlée par le CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques). Les enquêtes sont réalisées au domicile des ménages et toutes les personnes de plus de 5 ans sont interrogées individuellement. Tous les déplacements effectués la veille du jour de l'enquête sont recensés avec leurs caractéristiques (et notamment le ou les modes utilisé(s)).

Ces enquêtes portent sur un échantillon constitué par tirage aléatoire de ménages après stratification géographique du périmètre d'enquête. Cette stratification s'opère de manière à avoir un échantillon d'une cinquantaine de ménages au sein de chacune des zones de tirage. Le taux de sondage différent pour chaque zone permet de disposer d'une population représentative, au niveau de ces zones dans un premier temps, et au niveau de l'agglomération ensuite.

Le tronc commun du questionnaire assurant la comparabilité des enquêtes ménages entre elles est constitué de trois parties :

- un questionnaire "ménage" qui décrit les caractéristiques du ménage. Il comprend 3 grandes rubriques : composition du ménage, motorisation et divers ;
- un questionnaire "personne" qui comprend des questions sur les déterminants socio-économiques de la personne, sur les déplacements domicile travail ou école, le stationnement ainsi que des questions "d'habitude" d'usage des modes de transport ;
- un questionnaire "déplacements" qui comprend pour chaque personne, la description détaillée de tous ses déplacements de la veille : type de trajet, zone d'origine et de destination, motif du déplacement à l'origine et à la destination plus éventuellement personnes accompagnées, heure de départ et d'arrivée, durée du déplacement, mode de transport et titre de transport s'il s'agit d'un déplacement effectué en transports collectifs.

Seules les personnes résidant à l'intérieur du périmètre d'enquête sont enquêtées. Les déplacements effectués par des personnes de passage, de même que le trafic d'échange ou de transit ne sont pas repérés par cette enquête. De plus, les déplacements de livraison ou de marchandises ne sont pas non plus saisis. Les données sur lesquelles nous travaillons sont donc représentatives des déplacements quotidiens de semaine réalisés par les personnes résidentes du périmètre d'enquête.

Les données ont été redressées par le CETE de Lyon afin d'assurer une représentativité de l'ensemble des déplacements réalisés par les personnes résidant à l'intérieur du périmètre d'enquête. Les redressements ont été effectués à la date de l'enquête en se fondant sur des extrapolations des recensements. Les dates d'enquêtes sont relativement éloignées de celles des recensements ce qui peut entraîner certains biais dans les comparaisons entre enquêtes si des inflexions de tendances sont observées entre deux recensements. Ainsi, les résultats que nous produisons, pourront dans certains cas différer quelque peu des statistiques produites sur des données issues de redressements effectués sur des données de population obtenues par interpolation entre deux recensements (c'est notamment le cas pour 1986, le recensement de 1990 montrant une repopulation du centre ville, alors qu'entre les deux précédents recensements la population avait diminué dans le centre. Ainsi en 1986, une extrapolation à partir du recensement de 1982 provoque une baisse de population dans le centre, alors qu'une interpolation débouche sur le résultat inverse). Toutefois, notre méthode d'analyse consistant à prendre en compte la dimension spatiale et les données de population ou d'emplois utilisées pour redresser les données permet de neutraliser en partie ces biais. En revanche toutes les données relatives à l'ensemble de l'agglomération doivent être prises avec davantage de prudence. Par ailleurs, les données présentées dans ce rapport se rapportent à la population des plus de 5 ans. A ce titre, elles peuvent différer de celles décrites dans d'autres documents pour lesquels les redressements ont été effectués sur toute la population (y compris les moins de 5 ans).

Malgré l'importance de ces enquêtes, les tailles d'échantillon restent limitées. 3700 ménages en 1976, 5000 en 1985 et 6000 en 1995. La précision des données n'est donc pas toujours très importante, d'autant plus que la stratification géographique diminue la précision de l'ordre de 15 % (Raux et al., 1996) et qu'il faut y ajouter l'effet de grappe à un niveau pour les données individuelles et à deux niveaux pour les données sur les déplacements. Une analyse fine de la précision a été menée par Raux et al. (1996). Elle fournit l'intervalle de confiance pour différents indicateurs spatialisés. On constate ainsi, que même en choisissant un faible nombre de zones, les intervalles de confiance sont rapidement importants lorsque l'on travaille sur des flux de banlieue. Certains résultats

doivent donc être analysés avec prudence. En revanche, les résultats découlant des analyses portant sur l'ensemble de l'agglomération bénéficient d'une plus grande précision.

Si les méthodologies des trois enquêtes sont comparables, les périmètres retenus ne le sont pas. Le périmètre de l'enquête 1976 est un peu plus restreint que celui de la COURLY (Communauté Urbaine de Lyon), celui de 1985 correspond au schéma directeur (zone un peu plus étendue que la COURLY) et enfin celui de 1995 reprend celui de 1985 en y ajoutant quelques communes de la côte de l'Ain. Ils sont présentés en annexe 17. De ce fait, nous avons constitué deux périmètres d'études : celui de l'enquête de 1976 appelé par la suite périmètre 76 et celui de l'enquête de 1985 appelé périmètre 85. Le second périmètre n'est évidemment applicable qu'aux enquêtes de 1985 et 1995.

Le principe de notre travail reposant sur des analyses de matrices origines-destinations, il n'était pas envisageable de travailler sur un découpage fin de l'agglomération. Nous avons donc retenu deux découpages. Un premier en 7 zones qui nous permet de présenter nos résultats d'une manière « lisible » et de conserver une précision suffisante pour la plupart des flux et un second de 25 zones qui nous sert à valider la robustesse des résultats obtenus sur le premier découpage plus grossier. Nous avons repris le découpage construit par la SEMALY et le Laboratoire d'Economie des Transports dans le cadre du développement du modèle stratégique (Lichère et al., 1997). Le découpage en 25 zones combine une logique de couronne (centre, 1ère couronne, 2ème couronne) autour du centre de l'agglomération avec une logique de bassin versant organisé autour des grands axes de pénétration dans Lyon. Il figure sur la carte 1.

Le découpage en 7 zones se déduit en partie du précédent. Il conserve la logique des couronnes qui est nécessaire compte tenu de notre volonté d'analyser les conséquences de la périurbanisation sur le partage modal. Le faible nombre de zones nous oblige ensuite à nous limiter à un découpage Est-Ouest qui permet de tenir compte de la coupure du Rhône et de différences sociologiques au sein de l'agglomération entre l'Est et l'Ouest :

- zone HC : hypercentre, zones 1 et 2 ;
- zone RLV : reste de Lyon et Villeurbanne, zones 3 à 9 ;
- zone 1CE : première couronne Est, zones 10 (Vaulx-en-Velin), 11 et 12 ;
- zone 1CO : première couronne Ouest, zones 13, 14, 15 (Fontaines-sur-Saône, Sathonay-Camp), 16, 23 (Saint-Genis-Laval) et 25 (Champagne-au-Mont-d'Or, Saint-Didier-au-Mont-d'Or) ;
- zone 2CE : seconde couronne Est, zones 10 (Décines), 17 (Meyzieu) et 19 ;
- zone 2CO : seconde couronne Ouest, zones 15 (Rochetaillée, Fontaines-Saint-Martin, Cailloux-sur-Fontaines, Sathonay-Village), 23 (Irigny), 24 et 25 (Saint-Cyr-au-Mont-d'Or, Collonges-au-Mont-d'Or) ;
- zone 3CE : troisième couronne Est, zones 17 (Jonage, Pussignan, Jons), 18 et 20 à 22 ;
- zone 8 : zone externe au périmètre d'enquête 1985.

Le périmètre 76 ne prend en compte que les ménages situés dans les cinq premières zones. Le périmètre 85 considère les ménages situés dans les sept zones.

CHAPITRE 2 :

ANALYSE DE L'INFLUENCE DE LA
LOCALISATION DES DEPLACEMENTS
SUR LA REPARTITION MODALE

Nous débutons notre analyse en décrivant l'évolution de la répartition modale sur l'agglomération lyonnaise. Cette analyse est menée sur l'ensemble de l'agglomération (section 1), puis sur le découpage en 7 zones (section 2). Nous présentons ensuite l'évolution de la localisation des activités au sein de notre périmètre d'étude (section 3). Nous la limitons au domicile et aux activités de travail et d'études pour lesquels nous disposons de statistiques cohérentes avec les données de déplacements utilisées. A l'issue de la description de cette donnée, nous abordons l'étude de la quantification des relations entre l'évolution des localisations et l'évolution de la répartition modale entre la voiture et les transports collectifs. Nous précisons tout d'abord la méthodologie d'analyse avant d'exposer les résultats (section 4).

1 La mobilité des lyonnais

Nous ne cherchons pas à décrire finement la mobilité des lyonnais au cours de ces vingt dernières années (une analyse plus fouillée pourra être trouvée dans Raux et al. (1996)), mais plutôt à la situer rapidement.

Le tableau 1 présente le nombre de déplacements effectués avec chaque mode de transport par les individus du périmètre d'étude. La masse totale de déplacements baisse entre 1976 et 1985 de 12 % (périmètre 76) et elle remonte entre 1985 et 1995 de 22 % pour le périmètre 76 et de 25 % pour le périmètre 85.

Mode de transport	EM 76	EM 85		EM 95	
	Périmètre 76	Périmètre 76	Périmètre 85	Périmètre 76	Périmètre 85
Marche à pied	1 612 141	1 122 353	1 222 341	1 277 234	1 392 014
Transports en commun	341 889	426 715	451 672	494 959	528 870
Voiture conducteur	942 384	1 055 209	1 310 646	1 419 709	1 823 336
Voiture passager	302 904	311 024	396 229	401 445	527 590
Deux roues	181 143	54 712	67 051	40 277	55 212
Voiture + transports en commun	2 476	6 624	9 603	11 190	17 258
Autres	58 590	56 761	83 261	50 963	78 785
Total	3 441 935	3 034 392	3 541 931	3 704 548	4 432 014

Tableau 1 : Evolution du nombre de déplacements selon le mode de transport

Les évolutions d'un mode à l'autre sont différentes. Deux modes, à savoir la marche à pied et les deux roues, ont connu une très forte baisse de leur nombre total de déplacements entre 1976 et 1985. Cette baisse est de l'ordre de 30 % pour la marche et de 70 % pour les deux roues. De 1985 à 1995, les deux roues continuent à décliner en nombre de déplacements de 26 % pour le périmètre 76 et de 17 % pour le périmètre 85. Le nombre de déplacements en marche à pied repart en revanche à la hausse (+ 14 %) de 1985 à 1995. Trois autres modes connaissent une hausse continue sur les 20 ans. Les déplacements en transports en commun augmentent de 25 % de 1976 à 1985 puis de 16 % de 1985 à 1995. Les déplacements en voiture conducteur augmentent de 12 % de 1976 à 1985 puis de 34 % pour le périmètre 76 ou de 39 % pour le périmètre 85 entre 1985 et 1995. Les déplacements en voiture passager augmentent de 3 % de 1976 à 1985 puis de 29 %

(périmètre 76) ou 33 % (périmètre 85) entre 1985 et 1995. Enfin, sur les 20 ans écoulés, le mode combinant les transports en commun avec la voiture est resté quasiment inexistant. Certes, ce mode progresse d'une enquête à l'autre mais il reste très marginal.

Ainsi, de 1976 à 1985, on a assisté à un effondrement des déplacements en marche à pied et en deux roues. Parallèlement, les transports en commun et dans une moindre mesure la voiture conducteur ont vu leurs déplacements augmenter fortement. De 1985 à 1995, la voiture conducteur et la voiture passager ont connu de fortes hausses alors que la hausse des transports en commun se tassait, que la reprise de la marche était légère et que la baisse des deux roues se confirmait. On peut noter que les différences entre périmètre 76 et périmètre 85 ne se font sentir qu'au niveau de la voiture qui voit son rôle renforcé avec l'élargissement du périmètre considéré, car la place de la voiture s'accroît à mesure que l'on s'éloigne du centre.

Le deuxième tableau (tableau 2) fournit le nombre de déplacements quotidiens par personne (de plus de cinq ans) pour chaque mode de transport. Sans rentrer dans le détail puisque cela sera fait ultérieurement, il convient de préciser l'évolution de la population concernée (Cf. annexe 8). Sur le périmètre 76, entre 1976 et 1985, la population a diminué de 8 % pour augmenter ensuite de 9 % de 1985 à 1995. Sur le périmètre 85, la population a augmenté de 12 % de 1985 à 1995. L'évolution de la population est importante car derrière une variation du nombre total de déplacements peuvent se cacher deux phénomènes, une variation de la population ou une variation de la mobilité des individus.

Mode de transport	EM 76	EM 85		EM 95	
	Périmètre 76	Périmètre 76	Périmètre 85	Périmètre 76	Périmètre 85
Marche à pied	1.70	1.29	1.21	1.35	1.22
Transports en commun	0.36	0.49	0.45	0.52	0.46
Voiture conducteur	1	1.21	1.29	1.50	1.60
Voiture passager	0.32	0.36	0.39	0.42	0.46
Deux roues	0.19	0.06	0.07	0.04	0.05
TC combinés avec voiture	0	0.01	0.01	0.01	0.01
Autres	0.06	0.06	0.08	0.05	0.07
Total	3.64	3.48	3.50	3.90	3.89

Tableau 2 : Evolution du nombre de déplacements par jour et par individu pour chaque mode

Ce deuxième tableau montre que la mobilité globale (au sens du nombre de déplacements quotidiens par personne) a baissé de 4 % de 1976 à 1985 et a augmenté d'environ 12 % de 1985 à 1995. En 1995, la mobilité est supérieure de 7 % à celle de 1976. Ainsi, la baisse du nombre de déplacements entre 1976 et 1985, observée dans le tableau 1, est le résultat d'une baisse combinée de la population et de la mobilité.

Les résultats du précédent tableau se retrouvent ici. Les mobilités marche à pied et deux roues régressent de 1976 à 1985 de 24 % et 68 % respectivement. La mobilité deux roues baisse encore d'environ 30 % de 1985 à 1995. La mobilité marche à pied connaît entre 1985 et 1995 une légère remontée de 5 % sur le périmètre 76 qui n'est plus que de 1 % sur le périmètre 85. La mobilité

transports en commun augmente fortement de 1976 à 1995 (hausse de 36 %) puis plus doucement de 1985 à 1995 (hausse de 6 % sur le périmètre 76 et de 2 % sur le périmètre 85). Les mobilités voiture conducteur et voiture passager ont des augmentations plus régulières : hausse de 21 % puis 24 % pour la mobilité voiture conducteur, hausse de 12 % puis 17 % pour la mobilité voiture passager. Enfin, le mode transports en commun combinés avec la voiture a une mobilité qui reste nulle sur les 20 ans.

Les mobilités marche à pied et voiture conducteur sont les plus importantes (plus de 1.3 déplacement par jour). Entre 1985 et 1995, la mobilité voiture conducteur a dépassé la mobilité marche à pied. Puis viennent les mobilités transports en commun et voiture passager (à peine 0.5 déplacement par jour). Enfin, les autres modes ont des mobilités très faibles, proches de zéro.

On retient de ce tableau que de 1976 à 1985, la mobilité moyenne a diminué du fait de l'effondrement des mobilités marche à pied et deux roues, malgré une hausse des mobilités transports en commun et voiture. Puis de 1985 à 1995, la mobilité a augmenté, tirée par la mobilité voiture et soutenue par des hausses légères des mobilités transports en commun et marche à pied. On peut ajouter que la prise en compte des banlieues éloignées par le périmètre 85 atténue les hausses des mobilités marche à pied et transports en commun, ce qui montre que ces deux modes sont peu utilisés dans ces zones.

Si l'on compare avec l'évolution du nombre de déplacements, on peut affirmer que la baisse des déplacements marche à pied et deux roues entre 1976 et 1985 est certes due à la baisse de la population (Cf. annexe 8) mais surtout à une baisse des mobilités respectives. De plus, pendant la même période, une partie des déplacements auparavant effectués selon un de ces modes ont probablement été effectués en transports en commun ou en voiture, ce qui explique la hausse des mobilités de ces modes. Entre 1976 et 1985, ce sont les transports en commun qui semblent en avoir le plus profité. De 1985 à 1995, l'augmentation du nombre de déplacements pour la marche à pied et les transports en commun est principalement due à une hausse de la population car les mobilités varient peu alors que pour la voiture, conducteur et passager, c'est essentiellement une hausse de la mobilité qui en est à l'origine.

Ces tendances se concrétisent évidemment à travers la répartition modale (tableau 3). Contrairement aux données qui seront présentées plus loin, ces parts sont toutes exprimées en pourcentage du nombre total de déplacements.

Mode de transport	EM 76	EM 85		EM 95	
	Périmètre 76	Périmètre 76	Périmètre 85	Périmètre 76	Périmètre 85
Marche à pied	47 %	37 %	35 %	34 %	31 %
Transports en commun	10 %	14 %	13 %	13 %	12 %
Voiture conducteur	27 %	35 %	37 %	38 %	41 %
Voiture passager	9 %	10 %	11 %	11 %	12 %
Deux roues	5 %	2 %	2 %	1 %	1 %
TC combinés avec voiture	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Autres	2 %	2 %	2 %	1 %	2 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 3 : Evolution des parts modales pour chaque mode (en % des déplacements totaux)

La marche à pied et la voiture conducteur représentent plus de 70 % des déplacements. En 1995, contrairement à 1976 et 1985, c'est la voiture conducteur qui prédomine sur la marche à pied. Les transports en commun et la voiture passager ont des parts modales bien plus modestes (entre 10 % et 15 %). Enfin, les deux roues et le mode transports en commun combinés à la voiture ont des parts marginales.

Au niveau des évolutions, la marche à pied perd dix points de part de marché entre 1976 et 1985. Les deux roues en perdent 3 points. C'est le résultat de leur effondrement en nombre de déplacements et en mobilité. La voiture passager ne gagne qu'un point, les transports en commun 4 points et la voiture conducteur 3 points. Cela peut paraître étonnant au vu des remarques précédentes qui semblaient indiquer un dynamisme bien plus fort des transports en commun. Il faut en fait relativiser les taux de croissance ou de décroissance par les valeurs absolues des variables. Plus ces valeurs sont élevées, ce qui est le cas pour la voiture conducteur par rapport aux transports en commun, plus les effets d'une variation même faible se font sentir. De 1985 à 1995, les variations sont plus mesurées. La marche à pied perd encore trois points de part de marché. Les deux roues comme les transports en commun perdent un point. La voiture passager gagne un point et la voiture conducteur en gagne trois. Les hausses enregistrées en mobilité et en nombre de déplacements sont donc trop faibles pour la marche à pied et les transports en commun devant celles de la voiture conducteur notamment pour se traduire en gain de part de marché. En revanche, la voiture conducteur renforce sa position de mode prédominant. La comparaison des répartitions modales entre périmètres d'études montre que dans le périmètre 85, la répartition est encore plus favorable à la voiture.

En conclusion sur ces trois tableaux, de véritables changements se sont opérés dans les habitudes modales. De 1976 à 1985, les modes marche à pied et deux roues se sont effondrés. Les deux roues rejoignent le groupe des modes quasi-inexistants pour les déplacements urbains. Une partie de ces déplacements s'est reportée sur les autres modes, à savoir la voiture et plus particulièrement les transports en commun. C'est pendant cette période que la répartition modale a le plus évolué et de façon favorable aux transports en commun. Cependant, ce phénomène ne doit pas cacher les tendances de la période 1985 à 1995. Pendant cette période, la répartition modale varie moins. On pourrait croire que les habitudes modales changent peu. Il n'en est rien. Cette période correspond à la poursuite de la montée en puissance de la voiture. En effet, les taux de croissance pour les déplacements en voiture et la mobilité voiture sont les plus forts entre 1985 et 1995. Si les mobilités marche à pied et transports en commun augmentent elles aussi, les parts de marché de ces modes diminuent du fait d'une croissance plus élevée encore de la voiture. Ainsi, autant de 1976 à 1985 les changements de pratiques modales sont marqués par le recul des modes marche à pied et deux roues, autant de 1985 à 1995, c'est la croissance continue de la voiture et le tassement des transports collectifs qui dominent.

Les évolutions des modes voitures conducteurs et passagers étant assez proches, ces deux modes sont agrégés pour la suite de notre étude.

2 Analyse de la répartition modale en fonction de la localisation des déplacements

L'étalement urbain est un phénomène bien connu. Il se traduit non seulement par un accroissement de l'habitat en périphérie, mais aussi par une croissance des emplois et de certaines activités dans cette même périphérie. Il augmente donc le nombre de déplacements ayant leur origine ou bien leur destination en périphérie, mais aussi la périphérisation des flux. Dès lors, nous ne pouvons nous contenter d'une analyse de la répartition modale en fonction de l'origine des déplacements ou bien de leur destination. C'est au niveau du couple origine - destination que doit se situer notre investigation. Nous nous appuyons donc sur les matrices origines-destinations par mode pour chacune des enquêtes.

Si ce niveau d'analyse correspond à notre problématique, il pose en revanche quelques problèmes méthodologiques. Pour garder une signification statistique aux flux, nous avons dû nous contenter d'un découpage assez sommaire de l'agglomération en sept zones (décrit en introduction). De même, nous n'avons pu considérer que les deux principaux modes motorisés que sont la voiture particulière comme conducteur et comme passager et les transports en commun. Pour tenir compte de l'évolution du poids de ces deux modes, nous produisons deux types de matrices :

- les premières isolent le poids des déplacements effectués soit en transports en commun soit en voiture (notés TC+VP) du reste des déplacements ;
- les deuxièmes sont construites en séparant les déplacements (TC+VP) en d'une part les déplacements effectués en transports en commun (TC) et d'autre part ceux effectués en voiture (VP). Nous analysons ici les évolutions des déplacements TC par rapport à l'ensemble des déplacements (TC+VP), ce qui signifie que dans cette analyse, les parts modales des déplacements TC ou VP sont données en % des déplacements (TC+VP). Nous attirons l'attention sur cette nouvelle définition de la part modale qui se justifie par la volonté de mettre en exergue la compétitivité des transports en commun par rapport à la voiture.

En outre, notre analyse est conduite sur deux niveaux :

- le premier niveau concerne les évolutions du nombre de déplacements en valeur absolue. Ce niveau d'étude est intéressant car il permet en comparant les divers nombres de déplacements de suivre les variations absolues tant au niveau spatial (estimer quel est le poids de chaque case de la matrice) qu'au niveau temporel (évaluer les croissances ou décroissances pour chaque case de la matrice d'une enquête à l'autre) ;
- le deuxième niveau d'étude s'applique aux évolutions des déplacements en parts modales. Nous suivons ici les variations relatives puisque nous regardons d'une enquête à l'autre si le poids d'un type de déplacement par rapport à un autre a changé.

Ces deux niveaux sont bien entendu liés car une part modale est le rapport entre deux nombres de déplacements.

2.1 Remarques générales sur ces matrices

Lorsque l'on observe les données de ces matrices en nombre de déplacements, les flux intrazonaux apparaissent prépondérants, en particulier les flux internes à la zone 2, ainsi que les flux

entre les zones 1, 2, 3 et 4 en général, soit les zones centrales et les proches banlieues. Les flux avec pour origine ou destination une des zones 5, 6 ou 7 (les banlieues éloignées) sont beaucoup plus faibles. Cet ordre de grandeur des flux ne doit pas être oublié car il relativise les variations de flux d'une enquête à l'autre. En effet, les flux les plus faibles sont ceux qui se prêtent le mieux à des croissances spectaculaires. Pourtant, au final, le poids absolu reste faible. Cela ne signifie pas pour autant que les croissances ou décroissances sont trompeuses. Ces évolutions traduisent tout simplement une dynamique et non pas un poids absolu.

La deuxième remarque est également liée à la faiblesse de certains flux. En effet, l'inconvénient de répartir les flux de déplacements en origines-destinations est de créer des flux aux valeurs faibles. Ces flux ont été obtenus à partir de résultats d'enquêtes redressés. Des flux trop faibles ne reposent donc plus que sur un faible nombre de réponses aux enquêtes ménages et perdent ainsi toute signification statistique. Il nous faut alors choisir un seuil en deçà duquel nous jugeons la valeur du flux trop peu significative. Prendre une valeur trop haute pour le seuil reviendrait à n'analyser que quelques cases de la matrice origines-destinations. Pour mener une analyse assez complète des matrices qui reste significative, nous avons choisi un seuil en données redressées de 8 000 déplacements, ce qui correspond en données brutes (non redressées) à un seuil de 100 déplacements environ (le coefficient moyen de redressement est autour de 80). La première conséquence de cette valeur est qu'on ne peut étudier les matrices construites dans le cadre du périmètre 76 que pour les cinq premières zones. Les flux avec pour origine ou destination les zones 6 et 7 ne peuvent être appréhendés que dans le cadre du périmètre 85. Les flux avec pour origine ou destination la zone 8 ne peuvent être considérés ni en périmètre 76 ni en périmètre 85. Enfin, il reste des flux en deçà du seuil. Dans ce cas, nous nous bornerons à observer les ordres de grandeur sans étudier précisément les évolutions de ces flux.

La dernière remarque concerne les flux que l'on qualifie d'intrazonaux, c'est-à-dire dont l'origine et la destination sont dans la même zone. Lorsque l'on se réfère au découpage zonal de l'agglomération lyonnaise (Cf. chapitre 1, section 4), on s'aperçoit que certaines zones (1CO, 2CO et 2CE) ne sont pas d'un seul tenant. Cela est dû aux règles de définition du découpage et à la géographie de l'agglomération. Il faut donc préciser que la notion de flux intrazonal est théorique et qu'elle inclut également les flux qui ont leur origine dans une partie d'une zone qui n'est pas d'un seul tenant et leur destination dans une autre partie de la zone considérée. Un déplacement intrazonal ne s'apparente donc pas toujours à un déplacement de proximité.

La masse des données nécessaires ne permet pas de faire figurer l'ensemble des matrices origines-destinations dans le texte pas plus que de proposer une représentation graphique reprenant la totalité de l'information. De ce fait, les matrices origines-destinations sont reportées en annexes 1 (flux origines-destinations par mode en nombre de déplacements) et 2 (partage modal pour chaque origine-destination). Nous organisons nos commentaires en présentant tout d'abord une analyse des flux par mode. Celle-ci est structurée par zone origine. Tandis qu'en synthèse, nous adoptons une approche un peu différente en regroupant tous les flux ayant une origine ou une destination dans chacune des zones. Nous pouvons ainsi rendre plus « lisible » et « illustrer » les principaux enseignements de ces données. Le lecteur pressé, pour éviter une présentation quelque peu fastidieuse, peut se reporter directement à la synthèse en 2-9.

2.2 Origine des déplacements : zone 1 (hypercentre HC)

De 1976 à 1985, les déplacements (TC+VP) ont renforcé leurs parts modales sur les déplacements tous modes pour les flux dont l'origine est la zone HC. Cela s'explique soit par une forte progression des déplacements (TC+VP), ce qui est le cas lorsque les destinations sont les zones HC, 1CO et 2CE, soit par un taux de décroissance plus faible de ces déplacements que celui des déplacements tous modes, ce qui concerne les flux à destination des zones RLV et 1CE.

De 1985 à 1995, les déplacements (TC+VP) ont perdu quelques points de part modale sur l'ensemble des flux considérés, la croissance de ces déplacements étant inférieure à la croissance des déplacements tous modes. Pour le flux intrazonal, cela s'explique par un retour vers les modes de proximité. Pour les autres flux en relation avec la zone HC, les croissances élevées des déplacements autres que (TC+VP) sont à relativiser du fait de la faiblesse de ces déplacements. De fait, en 1995, les proportions modales sont très en faveur des déplacements (TC+VP) pour les flux à destination des zones autres que la zone HC : en moyenne, les déplacements (TC+VP) représentent 90 % des déplacements sur ces flux. En revanche, sur les déplacements internes à la zone HC, la proportion de déplacements (TC+VP) tombe à 30 % en 1995.

De 1976 à 1985, les déplacements en transports en commun améliorent leurs parts modales parmi les déplacements (TC+VP), en particulier sur les flux à destination des zones HC, RLV et 1CE. Leurs taux de croissance sont élevés alors que les déplacements en voiture régressent sur les flux à destination des zones HC, RLV et 1CE et augmentent mais moins que pour les transports en commun sur les autres flux.

De 1985 à 1995, les transports en commun maintiennent une légère progression (plus un point) de leurs parts modales sur les flux à destination des zones HC, RLV et 3CE, par une croissance de leurs déplacements un peu plus forte que pour la voiture. Mais sur les autres flux, ils perdent des points de part de marché : alors que les déplacements voiture augmentent (sauf à destination de la zone 2CE), leurs déplacements diminuent. En 1995, les déplacements en transports en commun représentent environ 45 % des déplacements (TC+VP) pour les flux à destination des zones HC et RLV, 40 % pour le flux à destination de la zone 1CE, 30 % pour les flux vers les zones 1CO et 2CE et enfin 10 % pour les flux vers les zones 2CO et 3CE. Plus on s'éloigne du centre, plus la voiture est utilisée.

2.3 Origine des déplacements : zone 2 (reste de Lyon et Villeurbanne RLV)

De 1976 à 1985, les déplacements (TC+VP) ont augmenté leurs poids sur l'ensemble des déplacements. Leur nombre décroît plus faiblement pour les flux vers les zones centrales (HC et RLV) que celui des déplacements tous modes. Sur les autres flux, leur nombre y est en forte progression.

De 1985 à 1995, le nombre de déplacements (TC+VP) augmente sur tous les flux, ce qui leur permet d'accroître leurs parts modales ou de les maintenir à un niveau élevé. En 1995, excepté pour le flux intrazonal où les déplacements (TC+VP) représentent 50 % des déplacements tous modes, les déplacements (TC+VP) représentent de 85 % à plus de 90 % des déplacements tous modes pour les flux dont l'origine est la zone RLV.

De 1976 à 1985, les déplacements en transport en commun ont renforcé leurs parts sur les déplacements (TC+VP). Leur nombre augmente plus que pour la voiture. Sur les flux vers les zones centrales HC et RLV, les déplacements en voiture ont même diminué. Il y a une exception qui est le flux vers la zone 1CE où la croissance de la voiture a été plus importante.

De 1985 à 1995, les transports en commun ont perdu en général des parts modales car la croissance de leurs déplacements n'était pas suffisante par rapport à la voiture. Il y a seulement sur les flux vers les zones centrales HC et RLV que les transports en commun ont maintenu leur part modale. En 1995, les transports en commun représentent 40 % des déplacements (TC+VP) pour le flux vers la zone HC, 20 % pour les flux vers les zones RLV, 1CE, 1CO et 2CE, 15 % pour le flux vers la zone 2CO et 5 % pour le flux vers la zone 3CE. De nouveau, lorsqu'on s'éloigne du centre, la voiture prédomine.

2.4 Origine des déplacements : zone 3 (1ère couronne Est 1CE)

De 1976 à 1985, les déplacements (TC+VP) renforcent leurs poids sur l'ensemble des déplacements pour tous les flux sauf celui vers la zone HC où leur part de marché stagne. Leur nombre augmente sur tous les flux alors qu'en général celui des déplacements tous modes diminue (excepté vers les zones HC et 2CE).

De 1985 à 1995, les déplacements (TC+VP) accroissent leurs parts modales sur l'ensemble des flux grâce à des taux de croissance importants sauf vers la zone HC où leur nombre est en légère régression (ainsi que celui des déplacements tous modes). En 1995, si les déplacements (TC+VP) ne représentent que 50 % des déplacements pour le flux intrazonal, ils représentent plus de 90 % des déplacements sur les autres flux.

De 1976 à 1985, les déplacements en transports en commun ont accru leurs parts modales des déplacements (TC+VP) sur les flux vers les zones HC, 1CE, 1CO et 2CE. Leur nombre est en croissance alors que celui des déplacements en voiture diminue (flux vers HC, 1CE, et 1CO) ou augmente moins vite (flux vers 2CE). Sur le flux vers la zone RLV, les transports en commun perdent des points de part modale car leur nombre y baisse.

De 1985 à 1995, deux cas de figure se présentent. Sur les flux vers les zones RLV, 2CO et 3CE, la part modale des transports en commun augmente car leur croissance est plus rapide. Cette part reste cependant faible. Sur les flux vers les zones HC, 1CE, 1CO et 2CE, les transports en commun ne connaissent qu'une faible croissance, ce qui fait reculer leurs parts modales. En 1995, les transports en commun représentent 35 % des déplacements (TC+VP) sur le flux vers la zone HC, entre 15 % et 20 % pour les flux vers les zones RLV, 1CE et 1CO (ce flux est peu significatif pour ce mode) et moins de 10 % pour les flux vers les zones 2CE, 2CO et 3CE. Ainsi, quand on va vers le centre-ville, les transports en commun ont une forte part de marché. Elle est moyenne sur le flux intrazonal et elle est très faible lorsqu'on s'éloigne.

2.5 Origine des déplacements : zone 4 (1ère couronne Ouest 1CO)

De 1976 à 1985, la part des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements explose. Leur croissance est plus forte sur tous les flux que celle des déplacements tous modes. Sur le flux intrazonal, les déplacements tous modes sont même en régression.

De 1985 à 1995, sur les flux vers les zones HC, RLV et 1CE, les déplacements (TC+VP) se maintiennent à un niveau élevé de part modale. Cependant sur le flux vers la zone HC, leur nombre diminue légèrement. Sur les flux vers les zones périphériques 1CO, 2CE, 2CO et 3CE, leur nombre est en forte progression, ce qui leur permet d'augmenter leurs parts de marché. En 1995, les déplacements (TC+VP) représentent 60 % des déplacements tous modes sur le flux intrazonal (en 20 ans, la proportion s'est inversée) et sur tous les autres flux, ils représentent au moins 90 % des déplacements.

De 1976 à 1985, les déplacements en transport en commun ont amélioré leurs parts modales sur les flux vers les zones HC, RLV (flux radiaux) et 1CE (à relativiser du fait de la faiblesse du flux). La progression de leur nombre y est plus forte que pour la voiture. Sur les autres flux, leurs parts restent à un niveau faible.

De 1985 à 1995, les transports en commun reperdent les points qu'ils avaient gagnés sur les flux vers les zones HC, RLV et 1CE car leur nombre y décroît à l'inverse de la voiture. Sur les autres flux, les transports en commun stagnent à un niveau faible de part modale : leur croissance en nombre n'est pas suffisante. En 1995, les transports en commun représentent 25 % des déplacements (TC+VP) sur le flux vers la zone HC, 20 % sur le flux vers la zone RLV, 10 % sur le flux vers la zone 1CE (flux peu significatif pour ce mode) et autour de 5 % pour les autres flux. On retrouve le même constat que précédemment, excepté pour le flux intrazonal.

2.6 Origine des déplacements : zone 5 (2ème couronne Est 2CE)

De 1976 à 1985, les déplacements (TC+VP) consolident leurs parts modales. Leur taux de croissance en nombre de déplacements est supérieur à celui des déplacements tous modes. Sur le flux intrazonal, le nombre des déplacements tous modes diminue.

De 1985 à 1995, c'est la même tendance : consolidation des parts modales par une croissance soutenue de leurs nombres de déplacements. Mais, sur le flux vers la zone HC le nombre des déplacements tous modes diminue. En 1995, les déplacements (TC+VP) représentent 60 % (inversion là aussi de la proportion en 20 ans) des déplacements tous modes pour le flux intrazonal et au moins 90 % sur les autres flux.

De 1976 à 1985, les transports en commun ont gagné quelques points de part de marché sur les flux à destination des zones HC, RLV, 1CE et 2CE par une forte progression de leur nombre. Sur les autres flux, leurs parts modales stagnent à un faible niveau.

De 1985 à 1995, la part modale des transports en commun s'améliore sur le flux vers la zone HC car leur nombre y décroît moins vite que celui de la voiture. Sur les flux vers les zones RLV et 1CE, la décroissance du nombre de déplacements en transports en commun leur fait perdre les points de part modale qu'ils y avaient gagnés. Sur le flux vers la zone 2CE, la croissance de la voiture est plus forte, les transports en commun y reculent donc aussi en parts modales. Enfin, sur les

autres flux, la part modale des transports en commun reste faible, les flux en jeu étant faibles. En 1995, les transports en commun représentent 40 % des déplacements (TC+VP) pour le flux vers la zone HC, 15 % pour le flux vers la zone RLV et moins de 10 % pour les autres flux. Si sur les flux à destination des zones centrales, les transports en commun ont toujours une part importante, sur les flux vers les zones limitrophes, leur part devient faible au contraire de ce qui se passait lorsque l'origine était dans une banlieue proche (zones 1CE et 1CO). Les distances sont aussi plus longues.

2.7 Origine des déplacements : zone 6 (2ème couronne Ouest 2CO)

De 1985 à 1995, les déplacements (TC+VP) ont augmenté leurs poids ou les ont maintenus à des niveaux élevés sur tous les flux grâce à des croissances en nombre de déplacements importantes. En 1995, ils représentaient 70 % des déplacements tous modes pour le flux intrazonal et autour de 90 % pour les autres flux.

De 1985 à 1995, les transports en commun perdent des points de part modale sur le flux vers la zone HC : leur nombre y est en décroissance à l'inverse de la voiture. Sur les autres flux, les transports en commun restent à des niveaux faibles. Toutefois, les flux en jeu étant faibles, les variations ont peu de signification. En 1995, les transports en commun représentaient 15 % des déplacements (TC+VP) pour le flux vers la zone HC, 10 % pour les flux vers les zones RLV et 1CE (mais le flux vers la zone 1CE est peu significatif) et moins de 10 % pour les autres flux. On retrouve les remarques précédentes avec des parts qui cependant faiblissent encore.

2.8 Origine des déplacements : zone 7 (3ème couronne Est 3CE)

De 1985 à 1995, les déplacements (TC+VP) ont augmenté leurs parts modales par des croissances fortes de leur nombre de déplacements. En 1995, ils représentaient 70 % des déplacements tous modes pour le flux intrazonal et autour de 90 % pour les autres flux.

De 1985 à 1995, de fortes croissances du nombre de déplacements en transports en commun leur ont permis de gagner quelques points de part modale sur les flux considérés. Cependant, en 1995, les transports en commun représentaient moins de 10 % des déplacements (TC+VP) sur les flux vers les zones HC, RLV et 1CE et moins de 5 % pour les autres flux. A une distance lointaine du centre, il est clair que les transports en commun deviennent marginaux quel que soit le flux.

2.9 Conclusions sur l'analyse des flux origines-destinations

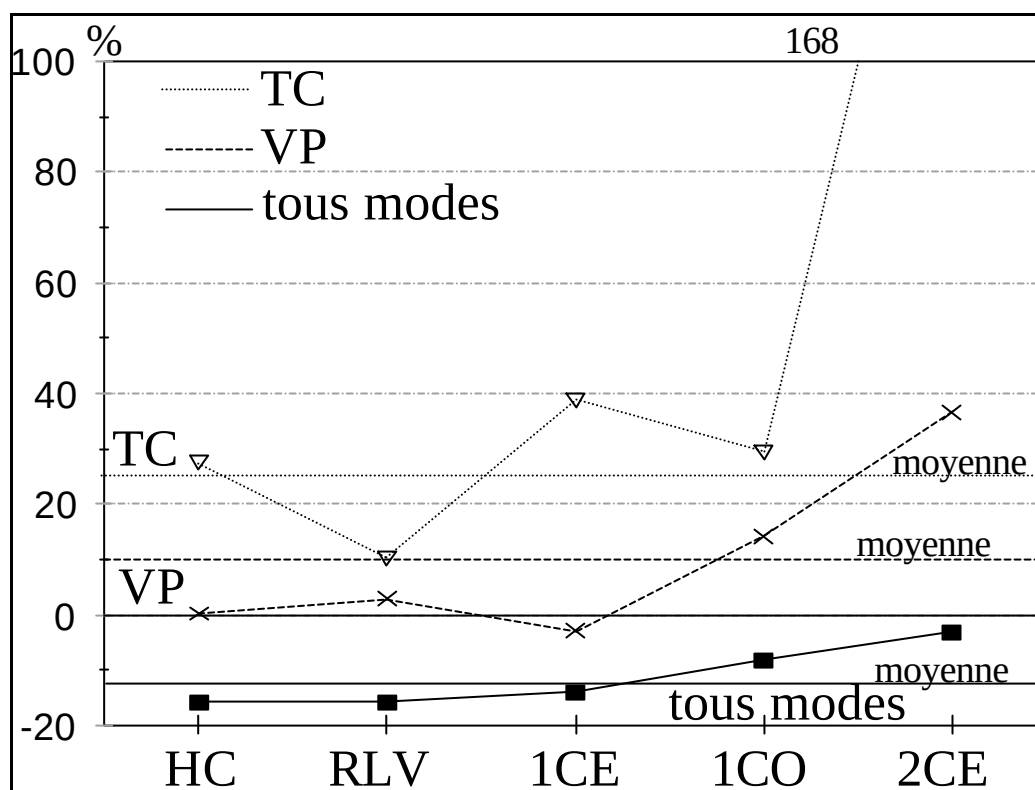
De 1976 à 1985

Le nombre total de déplacements tous modes diminue sur le périmètre 1976 (graphique 1). La diminution est particulièrement prononcée pour tous les flux intrazonaux, dont le nombre diminue en moyenne de 19 %. Pour les autres flux, l'évolution dépend du degré de périphérisation du flux. Globalement, les flux centraux diminuent alors que les flux périphériques s'accroissent, ceci d'autant plus que l'origine et la destination s'éloigne du centre. Ainsi pour la zone 2CE, tous les flux s'accroissent à l'exception du flux intrazonal. On assiste donc à une forte périphérisation des flux.

Pour les déplacements (TC+VP), le résultat est très différent. A de rares exceptions près tous les flux origines-destinations augmentent. Mais de nouveau l'accroissement est plus important à mesure que les flux se périphérisent. Ce sont principalement les transports collectifs qui tirent cette croissance. On observe même une décroissance des flux automobiles entre les trois zones les plus centrales (HC, RLV et 1CE).

De ce fait, le poids des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements s'accroît pour toutes les zones (graphique 4). Le gain de part de marché, de l'ordre de 15 %, est relativement similaire pour l'ensemble des zones (à l'exception de la zone 2CE, mais le résultat pour cette zone en 1976 est quelque peu surprenant). Par contre, la part de marché s'accroît à mesure que l'on s'éloigne du centre, mais l'écart entre la zone centrale (HC) et la zone la plus périphérique (2CE) reste toutefois encore modeste (inférieur à 7 %). Ce résultat global masque toutefois des différences entre les flux internes aux zones pour lesquels la part des déplacements (TC+VP) reste inférieure à 50 % (34 % pour HC et 51 % pour 1CE) et les autres flux pour lesquels les parts sont toutes comprises entre 85 et 95 % en 1985. Ceci explique probablement en partie la chute globale des deux-roues et de la marche à pied, car les déplacements internes aux zones ont connu une forte décroissance entre 1976 et 1985.

La part des transports en commun (graphique 5) s'accroît pour chacune des zones au détriment de la voiture. La progression est certes modeste (+1 à +6 %), mais elle traduit une attractivité renforcée des transports en commun par rapport à la voiture pour chacune des zones. Une analyse plus fine au niveau des matrices origines-destinations montre que cette croissance concerne la plupart des origines-destinations. Ce gain de part de marché se traduit sur l'ensemble des origines-destinations (à de rares exceptions près) par une augmentation de la fréquentation des transports collectifs. Ainsi, l'amélioration des transports collectifs durant cette période, marquée par l'arrivée du métro à Lyon, a produit des effets qui se sont diffusés sur l'ensemble de l'agglomération et pas uniquement sur les zones plus centrales. Il n'en reste pas moins que l'attractivité des transports collectifs vis-à-vis de la voiture reste fortement marquée par la localisation des origines-destinations. Ainsi la part des transports collectifs chute rapidement à mesure que les origines et destinations des déplacements s'éloignent du centre.

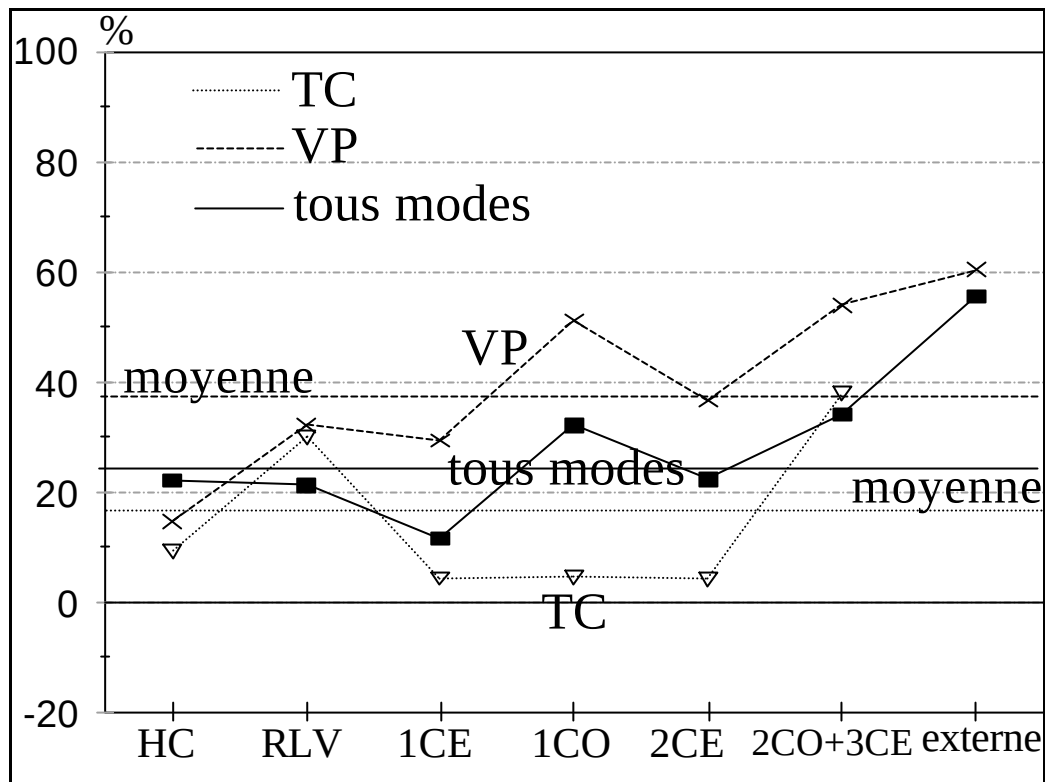


Graphique 1 : Evolution des flux ayant une origine ou une destination en ..., enquête ménages 85/ enquête ménages 76, périmètre 76 (% d'évolution)

Dans le même temps, la voiture a connu des évolutions plus différenciées spatialement. Les flux d'échanges entre les trois zones centrales (HC, RLV et 1CE) se réduisent pour toutes les origines-destinations (à l'exception de RLV-1CE), alors que tous les autres flux progressent (à l'exception de 1CE vers 1CO). La périphérisation des flux automobiles est ainsi très marquée, alors qu'elle était presque inexistante pour les transports collectifs.

De 1985 à 1995 et de 1976 à 1995

La décroissance des flux observée lors de la décennie précédente laisse place à une forte croissance de l'ensemble des flux (graphique 2). A de rares exceptions près, l'évolution devient positive pour chacune des origines-destinations. Même les flux intrazonaux progressent. Par contre, la périphérisation des flux se poursuit et même s'amplifie. Toutefois, l'Ouest apparaît nettement plus dynamique que l'Est de l'agglomération.

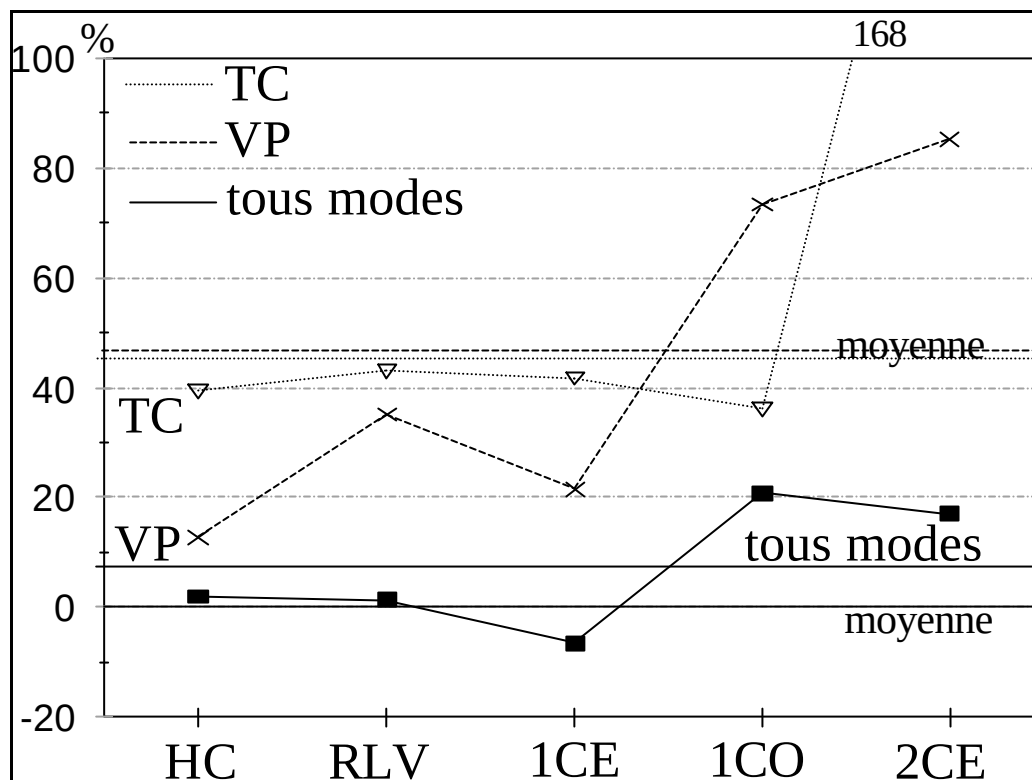


Graphique 2 : Evolution des flux ayant une origine ou une destination en ..., enquête ménages 95/ enquête ménages 85, périmètre 85 (% d'évolution)

Ainsi, de 1976 à 1995, les zones 1CO et 2CE se différencient fortement des zones plus centrales (graphique 3) avec un taux de croissance de 20 %, alors que la stagnation marque les autres zones. On observe même une décroissance pour 1CE dû à la chute (- 22 %) des déplacements internes à cette zone. Ainsi, la croissance des flux de 8 % observée sur l'agglomération se concentre uniquement sur les flux en relation avec les zones périphériques.

Pour les déplacements (TC+VP), la progression se poursuit à un rythme encore plus soutenu (graphiques 2 et 4). Comme de 1976 à 1985, on assiste à une forte périphérisation des flux qui bénéficie davantage à l'Ouest qu'à l'Est. Mais alors que dans la décennie précédente, la croissance était tirée par les transports collectifs, c'est la voiture qui est le moteur de cette progression des flux. Même dans les zones les plus centrales, les flux automobiles progressent. Si le nombre de déplacements en transports collectifs progresse encore dans cette période, cette augmentation ne concerne presque plus que les flux centraux.

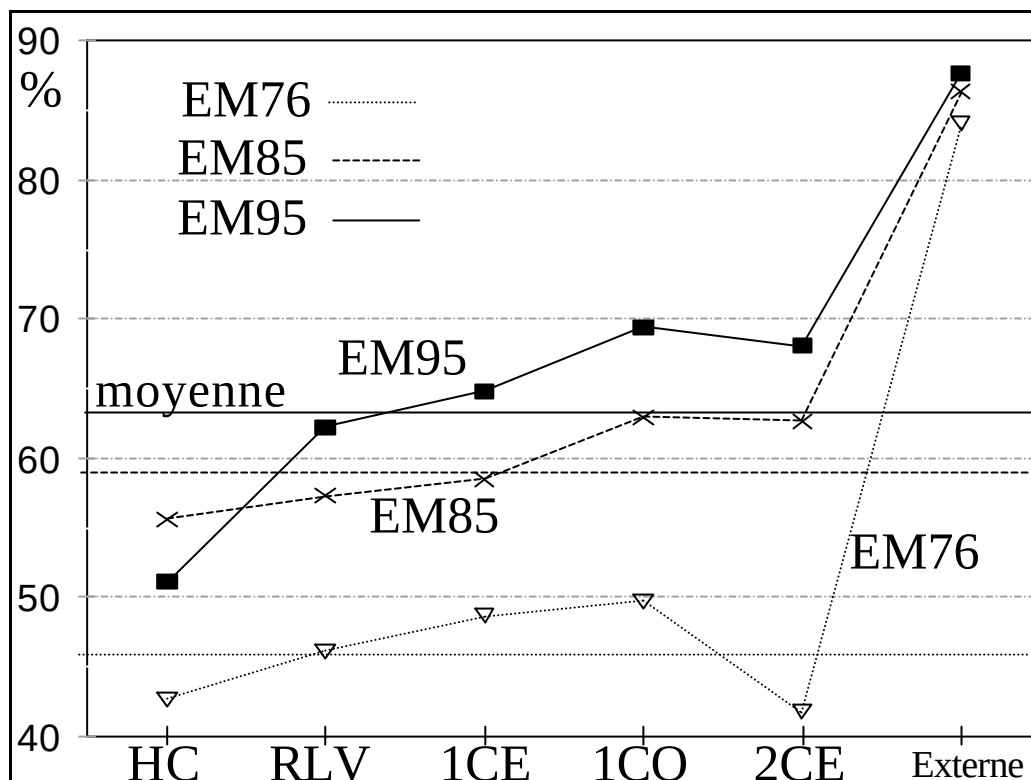
Les évolutions contrastées des deux décades, conduisent à une périphérisation des flux (TC+VP) entre 1976 et 1995 (graphiques 3 et 5). Mais celle-ci n'est pas partagée par les deux modes de transport. Si les taux de croissance sont de plus en plus forts à mesure que l'on s'éloigne du centre (+80 % pour des flux ayant pour origine ou destination la zone 2CE contre +10 % seulement pour la zone HC) pour la voiture, en revanche le taux de croissance est uniforme pour les transports collectifs (à l'exception de la zone 2CE, mais les effectifs sont faibles).



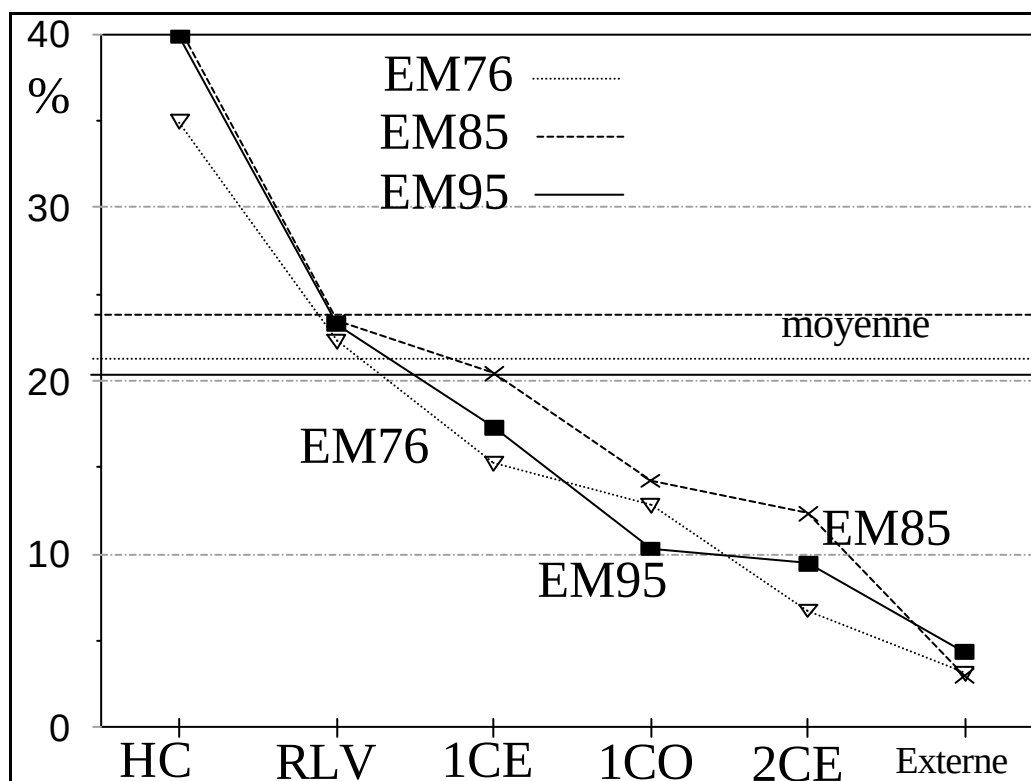
Graphique 3 : Evolution des flux ayant une origine ou une destination en ..., enquête ménages 95/ enquête ménages 76, périmètre 76 (% d'évolution)

Sur l'ensemble des flux (VP+TC), la faible progression généralisée de la décade précédente laisse place à une situation plus contrastée (graphique 5). Si les transports en commun résistent dans le centre (HC, RLV) en stabilisant leur position, leur poids diminue dans les autres zones, redescendant même en dessous de la situation de 1976 pour la zone 1CO. De plus la stabilisation pour les déplacements ayant leur origine ou destination dans le centre est en fait le résultat d'une croissance pour les flux internes à ces deux zones et d'une décroissance des flux radiaux. Ainsi durant cette décade, les transports collectifs reperdent une partie du terrain gagné pendant la décade précédente sur chacune des origines-destinations. Le constat est encore plus sévère si l'on ne raisonne plus sur chaque origine-destination, mais globalement à l'échelle de l'agglomération. Cette fois, la part de marché des transports collectifs recule face à la voiture sur 20 ans. On assiste ainsi au paradoxe d'une compétitivité accrue du transport collectif sur chacune des origines-destinations (à quelques exceptions près), mais d'une perte de performance globale. C'est que dans le même temps, la périphérisation des flux vient bouleverser la donne. Les flux progressent fortement là où la place de la voiture est importante alors qu'il stagne dans les zones de performance des transports collectifs.

Ce rapide panorama de l'évolution des flux met en lumière l'importance de la localisation des origines-destinations des déplacements. Les évolutions que ces dernières connaissent sont en effet de nature à annuler ou au tout au moins à amoindrir les efforts qui pourraient être consentis sur les transports collectifs, surtout si ces derniers sont concentrés dans les zones centrales.



Graphique 4 : Part de marché (VP+TC) sur tous modes pour les déplacements ayant une origine ou une destination en ..., périmètre 76



Graphique 5 : Part de marché des TC sur (TC+VP) pour les déplacements ayant une origine ou une destination en ..., périmètre 76

3 Analyse de l'évolution de la localisation des activités

Avant d'étudier la contribution de l'évolution des localisations des activités sur le partage modal, nous décrivons rapidement l'évolution de ces localisations. Cette analyse est limitée aux lieux de résidence et aux lieux d'emplois et d'études. Deux raisons principales justifient ce choix. D'une part, il est relativement délicat de trouver des statistiques suffisamment précises sur la localisation des activités correspondant aux autres motifs que domicile et travail (+ études). D'autre part, nous souhaitons avoir une cohérence forte avec les données des enquêtes ménages. Le recours à des données externes aux enquêtes ménages risquerait de nous confronter à des difficultés liées aux redressements effectués pour les trois enquêtes ménages obtenus à partir d'extrapolations des données de recensements et non d'interpolation (Cf. chapitre 1, section 4).

Nous privilégions les données de localisation de résidence et de travail (+ études) issues des trois enquêtes ménages. Ces données sont statistiquement moins précises que celles obtenues lors des recensements l'INSEE, en revanche elles bénéficient d'une cohérence avec les données de déplacements puisqu'elles ont été soumises aux mêmes redressements. Le motif études est fréquemment regroupé avec le travail dans les analyses de mobilité et dans certains exercices de modélisation. Il occupe également une place importante tout comme le travail dans la structuration des schémas d'activités et de la localisation des activités. Nous testons donc par la suite une formulation avec travail et une autre avec travail et études. Il nous semble donc plus logique de retenir ces deux options dans notre analyse de l'évolution des localisations des activités.

Les données brutes ayant servi à produire les graphiques de cette section figurent en annexes 3 à 7.

3.1 Localisation des lieux de résidence

La population a baissé de 8 % entre 1976 et 1985 sur le périmètre 76 puis elle a augmenté de 9 % entre 1985 et 1995 sur le même périmètre (tableau 4). On assiste donc à un dépeuplement des cinq zones concernées entre 1976 et 1985 et à leur repeuplement entre 1985 et 1995. En 1995, les cinq zones sont un peu plus peuplées qu'en 1976. Sur le périmètre 85, la population augmente de 12 % entre 1985 et 1995. Cela signifie que lorsque l'on considère les banlieues éloignées (zones 2CO et 3CE), le dynamisme démographique est plus prononcé.

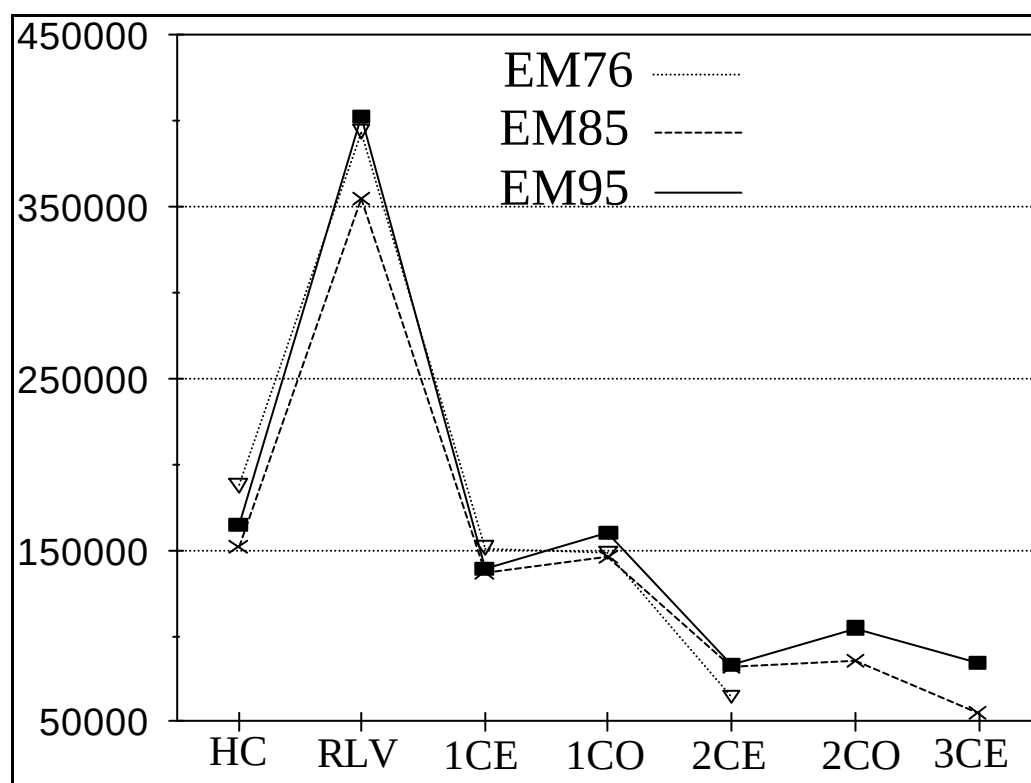
Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total Pér 76	Total Pér 85
Variation entre 76 et 85	-19 %	-10 %	-10 %	-2 %	+27 %	-	-	-8 %	-
Variation entre 85 et 95	+9 %	+13 %	+1 %	+9 %	+1 %	+23 %	+54 %	+9 %	+12 %
Variation entre 76 et 95	-12 %	+2 %	-8 %	+7 %	+29 %	-	-	+0.4 %	-

Tableau 4 : Taux de variation du nombre d'habitants selon les zones

La zone RLV regroupe de l'ordre de 40 % de la population du périmètre 76 et 35 % du périmètre 85. Viennent ensuite les zones HC, 1CE et 1CO qui représentent 15 à 20 % de la population du périmètre 76 et 12 à 15 % de la population du périmètre 85. Enfin, les zones 2CE, 2CO et 3CE ne concentrent que 5 à 9 % de la population.

Les zones plus centrales (HC, RLV, 1CE) se sont dépeuplées fortement entre 1976 et 1985, puis faiblement repeuplées entre 1985 et 1995. Ainsi sur 20 ans, leur population a diminué tant en nombre de personnes qu'en poids sur l'agglomération. Par contre pour les zones périphériques le phénomène inverse apparaît. Pour 1CO, la baisse subsiste entre les deux premières enquêtes, mais elle est ensuite complètement gommée. Pour 2CE, la forte croissance observée entre 1976 et 1985 (d'autant plus sensible que la population du périmètre 76 diminue) est par contre stoppée en 1995. Il semble que ce soit les zones plus périphériques (2CO et 3CE) qui aient pris le relais de la zone 2CE entre 1985 et 1995.

Ainsi, le peuplement de l'agglomération lyonnaise, même s'il est encore très concentré dans les zones centrales (zones HC et RLV), est en train de s'étaler sur les banlieues éloignées après avoir gagné les banlieues proches. On retrouve ici le phénomène d'étalement urbain.

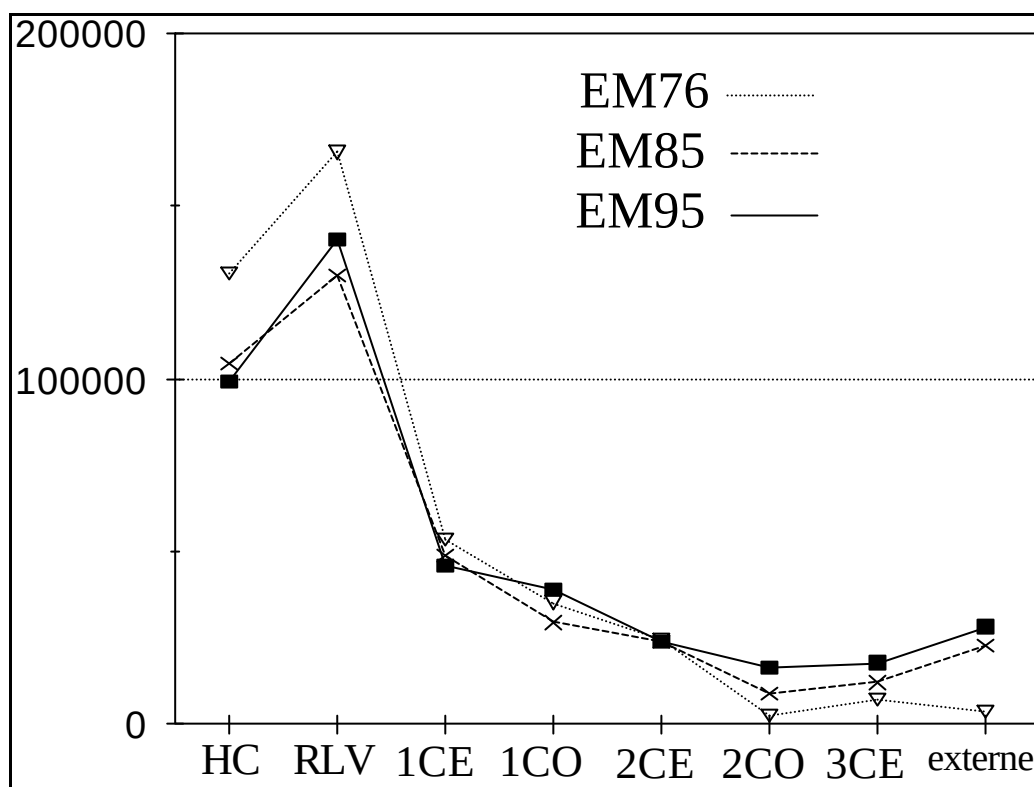


Graphique 6 : Nombre de résidents selon la zone de résidence, EM76, EM85, EM95

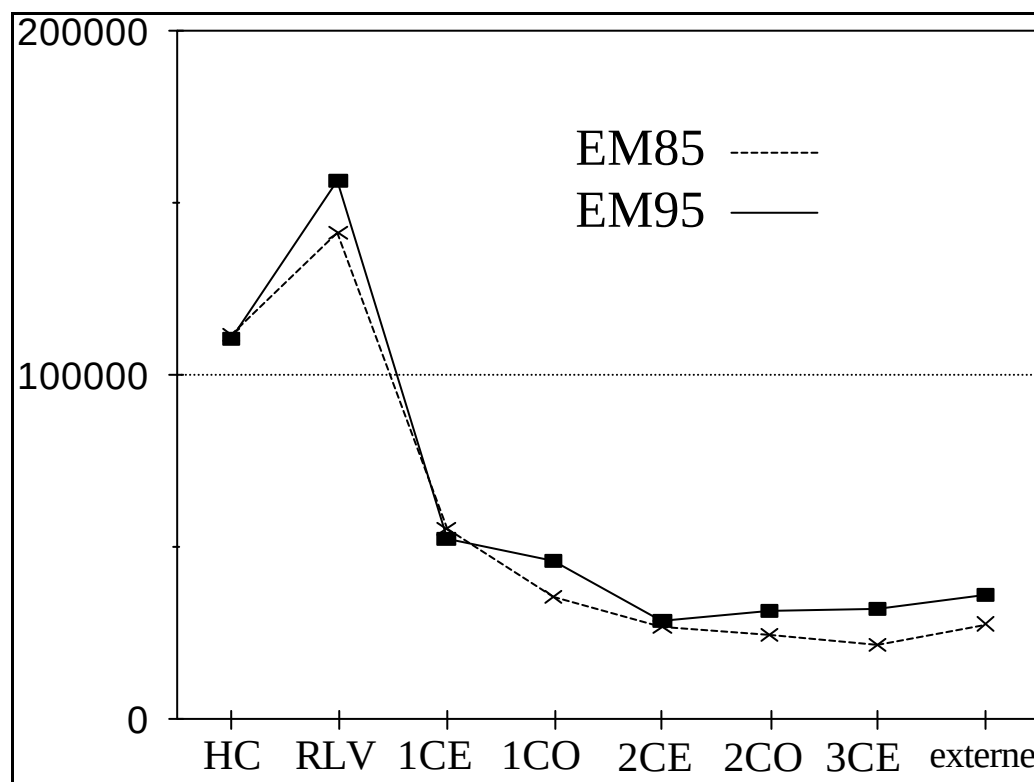
3.2 Localisation des lieux d'emplois

Nous nous intéressons à la localisation des lieux d'emplois des personnes enquêtées (les lieux d'études des élèves et étudiants ne sont pas pris en compte dans cette sous-section). Ces chiffres peuvent donc différer de ceux correspondants au nombre d'emplois par zone fournis à partir d'autres sources statistiques. En effet, ici seuls nous intéressent les emplois occupés par les résidents

des deux périmètres enquêtés. Si cette définition peut poser certaines difficultés sur le plan de la mesurabilité en vue d'une utilisation prospective des résultats de ce travail, elle a en revanche le mérite de la cohérence par rapport aux données de déplacements utilisées par la suite.



Graphique 7 : Nombre de lieux de travail selon la zone, EM76, EM85, EM95, périmètre 76



Graphique 8 : Nombre de lieux de travail selon la zone, EM85, EM95, périmètre 85

Comme pour la population, la zone RLV est encore prédominante avec 34 à 39 % des localisations d'emplois pour le périmètre 76 et 32 % pour le périmètre 85. Vient ensuite la zone HC dont le poids en terme d'emplois est comparable à celui en terme d'habitat avec 24 à 31 % pour le périmètre 76 et 22 à 25 % pour le périmètre 85. Les zones 1CE et 1CO renferment 8 à 13 % des lieux de travail pour le périmètre 76 et 8 à 12 % pour le périmètre 85. Enfin, les autres zones ne regroupent que de 1 à 7 % des emplois pour les deux périmètres.

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Variation entre 76 et 85 (pér 76)	-20,0	-21,5	-8,2	-16,1	-2,8	295,2	66,0	507,4	-9,9
Variation entre 85 et 95 (pér 76)	-4,1	6,2	-5,7	26,9	0,0	315,6	78,9	153,3	7,1
Variation entre 76 et 95 (pér 76)	-24,1	-15,3	-13,8	10,8	-2,8	610,8	145,0	660,7	-2,9
Variation entre 85 et 95 (pér 85)	-1,2	10,8	-4,8	29,4	6,8	29,5	45,9	30,8	11,1

Tableau 5 : Taux de variation du nombre de lieux de travail selon les zones (en %)

De 1976 à 1985, l'emploi des résidents du périmètre 76 chute fortement sur Lyon Villeurbaine (HC, RLV). Il stagne en pourcentage et décroît légèrement en nombre sur la première couronne et la deuxième couronne Est (1CE, 1CO et 2CE) et il faut aller dans les zones plus externes (donc hors périmètre d'enquête) pour trouver les emplois perdus dans le centre ville. En 1985, ces zones externes (2CO, 3CE et 8) représentent 11 % de l'emploi des résidents du périmètre 76, alors que ces zones ne pesaient que 4 % en 1976.

Toujours sur le périmètre 76, le mouvement se poursuit pendant la décennie suivante, mais avec une moindre ampleur. Seules les zones HC et 1CE voient leur nombre d'emplois occupés par des résidents du périmètre 76 diminuer. On assiste même à une progression pour les zones RLV et 1CO (mais les pourcentages restent stables). En revanche, la progression des zones externes au périmètre enquêté se poursuit. Elles représentent ainsi 15 % des emplois.

L'élargissement au périmètre 85, ne bouleverse pas les résultats présentés au paragraphe précédent. Il met principalement en évidence un renforcement logique des zones 2CO, 3CE et 8 dont les résidents n'étaient pas pris en compte auparavant. Toutefois, le nombre d'emplois occupés dans les autres zones et notamment les zones centrales s'accroît aussi. Ainsi, si les résidents du périmètre 76 occupent de plus en plus des emplois en dehors de ce périmètre, ceux qui résident hors de ce périmètre sont encore nombreux à venir travailler dans le centre de l'agglomération.

Sur 20 ans, les évolutions apparaissent beaucoup plus marquées durant la première décade que durant la seconde. Toutefois, ce résultat doit, nous semble-t-il être pris avec prudence. Il illustre probablement les effets du redressement de 1985 obtenu à partir de la poursuite des tendances en termes de population observées au cours des décennies précédentes. Ainsi, la chute du nombre total

d'emplois occupés par les résidents du périmètre 1976 entre 1976 et 1985 (qui résulte en partie de la diminution de la population sur cette même période) nous paraît pour le moins surestimée. Le renversement partiel de tendance observé sur les données de population lors du recensement de 90 a très probablement débuté avant 1985. On retrouve ici la problématique du redressement obtenu par extrapolation de tendances antérieures et non par interpolation des recensements encadrant l'enquête.

Le desserrement des emplois apparaît plus marqué que celui de l'habitat d'après les données des enquêtes ménages. Il est probable qu'il traduise en fait à la fois le desserrement des entreprises que l'on a observé effectivement sur l'agglomération au cours des 20 dernières années, mais aussi une séparation accrue des lieux d'emplois et de résidence au cours de cette période, comme nous allons tenter de l'observer à travers l'analyse des matrices lieux de résidence * lieux d'emplois.

3.3 Localisation des lieux d'emplois et des lieux d'études

Les remarques préliminaires faites sur les statistiques de nombre d'emplois dans la section 3.2 s'appliquent bien évidemment également aux statistiques de localisation des lieux d'emplois et d'études (dans cette sous-section, nous ajoutons les lieux d'études des élèves et étudiants aux lieux de travail des actifs). Il ne nous semble pas utile de reprendre une analyse détaillée des résultats, mais plutôt d'insister sur les différences apparaissant par rapport aux données relatives aux seuls emplois.

Bien évidemment, les zones externes au périmètre 76 voient leur part se réduire, l'offre de places d'enseignement étant plus réduite dans ces zones.

Le desserrement des activités du centre vers la banlieue est fortement atténué. Une analyse plus fine des données relatives aux lieux d'études (Cf. annexe 3) ne fait d'ailleurs pas apparaître d'évolution importante de la répartition des lieux d'études sur la période. L'analyse de la variation d'une enquête à l'autre du poids de chaque zone (tableau 6) illustre même une légère augmentation sur 20 ans du nombre de places d'école sur l'hypercentre au détriment de la 1ère couronne Est et Ouest et dans une moindre mesure de RLV. Elle met en évidence également la diminution de population déjà observée entre 1976 et 1985 suivi d'un repeuplement entre 1985 et 1995, phénomène probablement amplifié par les techniques de redressement, comme nous avons pu le souligner précédemment.

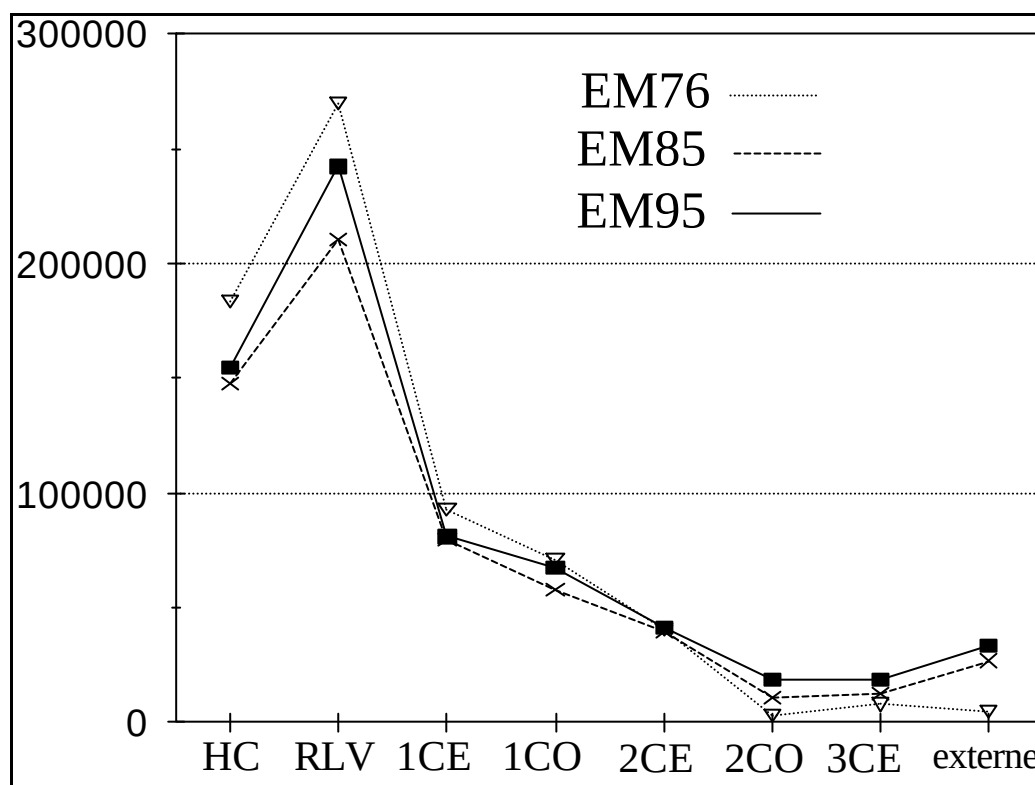
Ainsi la prise en compte des lieux d'études avec les lieux de travail aura pour effet d'atténuer le phénomène de périurbanisation par rapport à une prise en compte uniquement des lieux de travail. L'analyse menée en section 4, nous permettra d'établir si cette formulation convient mieux que celle prenant en compte uniquement le travail.

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Variation entre 76 et 85 (pér 76)	-17,2	-22,6	-22,8	-21,3	-0,8	*	*	*	-18,2
Variation entre 85 et 95 (pér 76)	27,9	26,9	15,1	-0,1	8,9	*	*	*	20,6
Variation entre 76	5,9	-1,8	-11,2	-21,4	8,0	*	*	*	-1,3

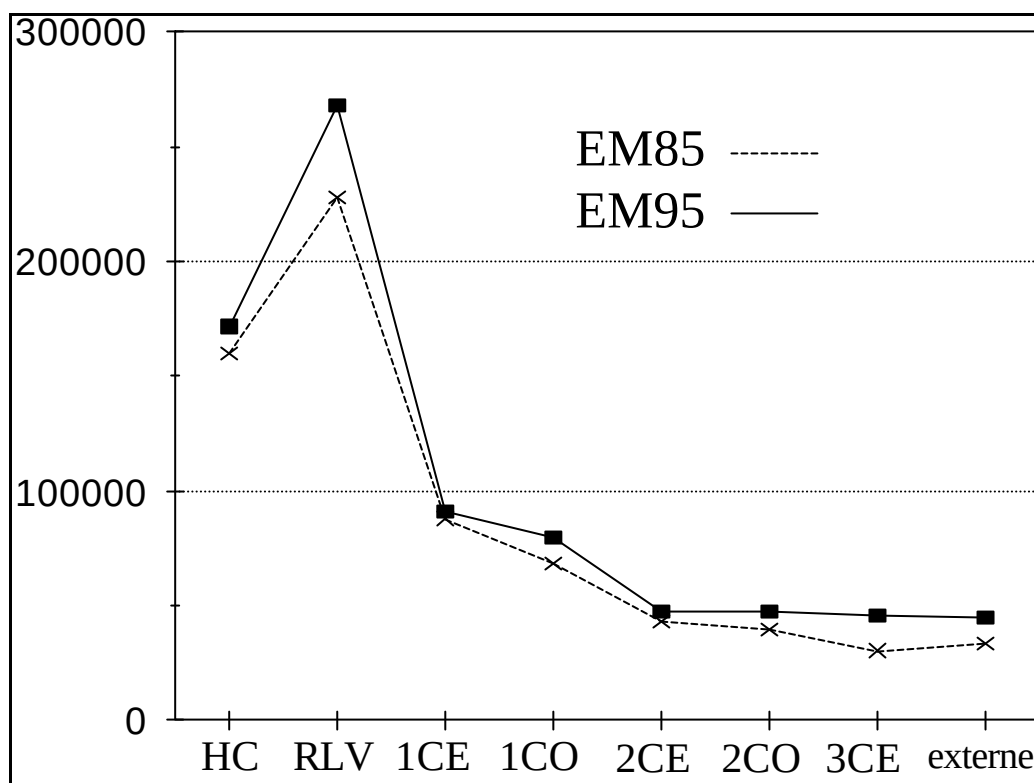
et 95 (pér 76)									
Variation entre 85 et 95 (pér 85)	27,5	28,9	18,8	2,0	14,1	3,8	63,9	43,7	22,7

* données statistiquement non significatives

Tableau 6 : Taux de variation du nombre de lieux d'études selon les zones (en %)



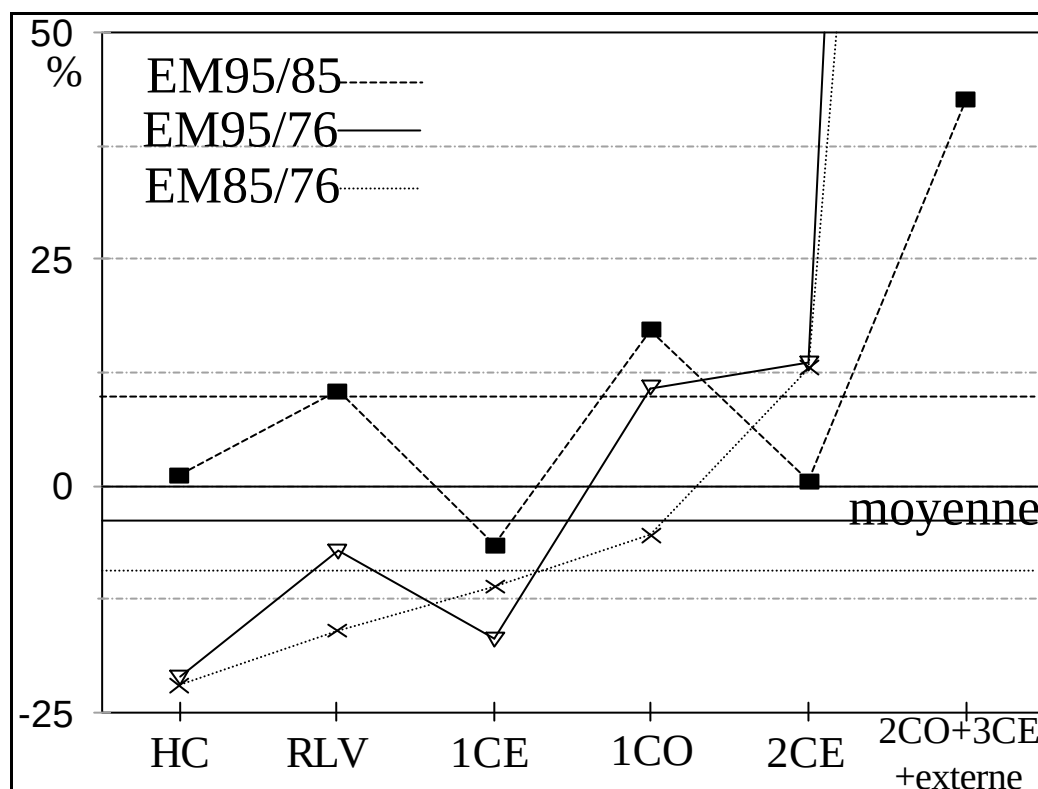
Graphique 9 : Nombre de lieux de travail et d'études selon la zone, EM76, EM85, EM95, périmètre



Graphique 10 : Nombre de lieux de travail et d'études selon la zone,
EM85, EM95, périmètre 85

3.4 Evolution des couples lieux de domicile*lieux de travail

Comme pour les sections précédentes, les données brutes ayant servi à produire les graphiques de cette section et sur lesquels s'appuie l'analyse des données figurent en annexes 4 et 5.



Graphique 11 : Evolution du nombre de couples lieux de domicile * lieux de travail (somme des couples ayant une extrémité au moins en ...), périmètre 76

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de ces données. Assez logiquement l'étalement urbain qui touche tout à la fois l'habitat et les emplois se retrouve dans le graphique 11. Le nombre de couples dont le domicile ou le travail (ou les deux) se trouve dans les zones centrales ou de 1ère couronne Est diminue entre 1976 et 1985 et entre 1976 et 1995. De 1985 à 1995, la situation est plus contrastée avec une diminution de la 1ère couronne Est et une stagnation de l'hypercentre. En revanche la zone RLV progresse.

La situation est toute différente pour les autres zones dont le nombre de couples progresse sensiblement. C'est tout particulièrement le cas des zones externes au périmètre 76, même si les données de 1976 sont statistiquement peu fiables.

Cet étalement s'accompagne également d'une dissociation plus grande des lieux d'emplois et de domicile. Le poids des personnes résidant et travaillant dans la même zone chute fortement d'une décennie à l'autre (tableau 7). Ce mouvement est plus prononcé dans les zones centrales que dans les zones périphériques (Cf. profil en ligne de l'annexe 4). D'une manière générale, cette dissociation des lieux d'emploi et de résidence ne profite pas aux zones limitrophes, mais plutôt à des zones assez lointaines. Par exemple, le poids (parmi les résidents de l'hypercentre) des personnes résidant dans l'hypercentre et travaillant à l'extérieur du périmètre de l'enquête 76 est passé de 2 % en 1976 à

13 % en 1985 et 1995. De même, parmi les personnes résidant en 2CE le nombre de celles travaillant dans les zones centrales (HC, RLV) n'a pas diminué malgré la forte diminution du nombre d'emplois occupés par des résidents dans ces zones entre 1976 et 1996. On observe même un fort accroissement du nombre de personnes résidant en 2CO et 3CE et travaillant dans le centre (HC, RLV) entre 1985 et 1995 (+ 45 % pour 2CO et +53 % pour 3CE). Cet accroissement étant supérieur à celui de la population résidant dans ces zones, c'est le poids des zones centrales qui augmentent pour ces personnes à contre courant de la tendance observée pour les autres zones de résidence.

	EM76, pér76	EM85, pér76	EM95, pér76	EM85, pér85	EM95, pér85
poids des couples pour lesquels lieu de résidence et lieu d'emploi sont dans la même zone	51,0	43,9	41,6	43,0	40,1

Tableau 7 : Poids des couples internes à chaque zone sur l'ensemble des couples lieux de domicile * lieux de travail

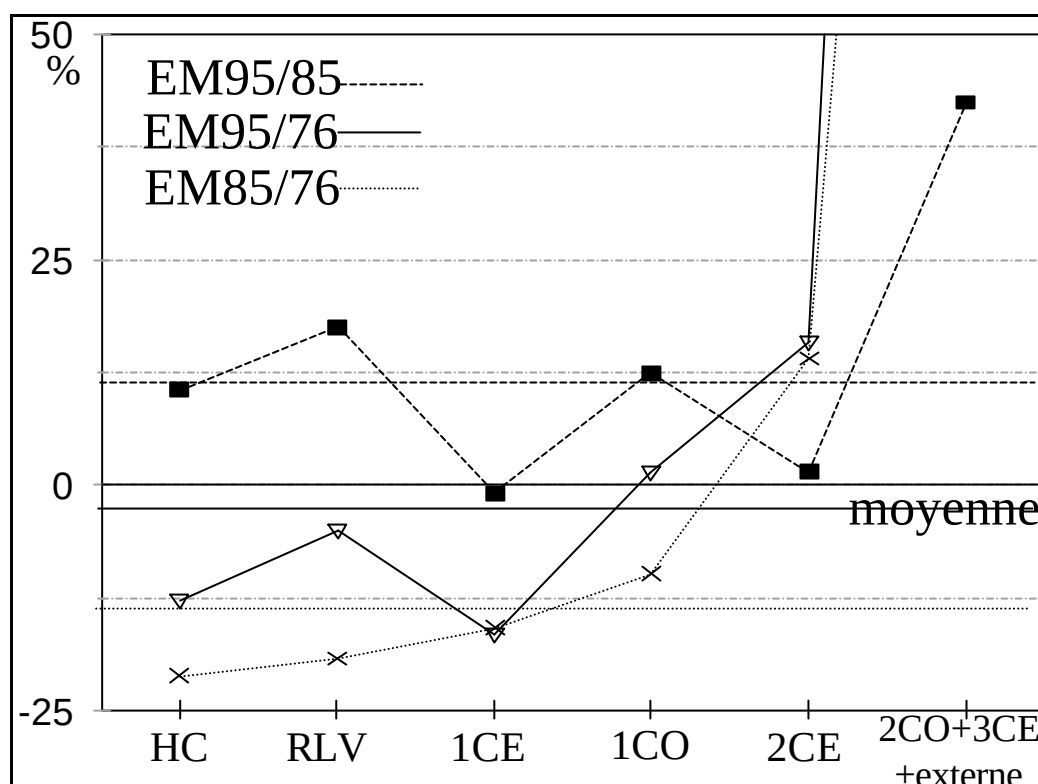
On observe donc parallèlement à l'étalement urbain des résidences et des emplois occupés par les résidents, une forte dissociation des lieux de résidence et d'emploi sur l'agglomération lyonnaise. Cette forte dissociation remet en cause le schéma traditionnel de flux radiaux de la périphérie vers le centre, et consacre l'éclatement des flux au profit des flux périphériques. Elle explique probablement en partie la baisse de performance des transports collectifs observée globalement sur l'agglomération lyonnaise alors que sur chacun des couples origines-destinations la part de marché des transports collectifs a tendance à se renforcer entre 1976 et 1995.

La prise en compte des lieux d'études avec les lieux de travail a tendance à réduire l'importance des évolutions (graphique 12). La baisse par rapport à 1976 des couples ayant au moins une extrémité dans les zones centrales (HC, RLV, 1CE) est moins prononcée que lors de la prise en compte des lieux de travail seuls. De même, le poids des couples internes à chacune des zones est évidemment plus important avec la prise en compte des lieux d'études (tableau 8). La prise en compte des lieux d'études conjointement avec les lieux d'emplois atténue donc l'éclatement des couples domicile * travail (+ études).

La quantification de la contribution de l'évolution de ces couples à l'évolution du partage modal permettra de tester notre hypothèse de fortes incidences sur la part de marché des transports collectifs et d'identifier la formulation qui fournit les meilleurs résultats.

	EM76, pér76	EM85, pér76	EM95, pér76	EM85, pér85	EM95, pér85
poids des couples pour lesquels lieu de résidence et lieu d'emploi ou d'études sont dans la même zone	61,0	53,2	51,2	51,7	49,1

Tableau 8 : Poids des couples internes au zone sur l'ensemble des couples lieux de domicile * lieux de travail + lieux d'études



Graphique 12 : Evolution du nombre de couples lieux de domicile * lieux de travail + lieux d'études (somme des couples ayant une extrémité au moins en ...), périmètre 76

4 Tentative de quantification de la contribution des changements de localisation de résidence et d'emploi aux changements de répartition modale

Il s'agit dans cette partie de quantifier les effets de l'évolution longitudinale (c'est-à-dire dans le temps) des localisations sur la variation de la part modale globale des transports en commun sur l'agglomération lyonnaise. Nous commençons par préciser la méthodologie retenue puis nous exposons les résultats obtenus.

4.1 Méthodologie

4.1.1 Quelles localisations ?

Comme nous l'avons déjà mentionné, dans un souci d'opérationnalité, nous nous limitons aux localisations des lieux de résidence et d'emplois (+ études) des personnes résidant au sein des périmètres enquêtés. Pour tenir compte de la forte dissociation entre les lieux de résidence et d'emplois, nous travaillons à partir de la matrice lieux de résidence * lieux d'emplois (+ études). Ce choix appelle plusieurs commentaires.

Dans les études de mobilité, le motif études est assez fréquemment agrégé avec le travail. Pourtant les localisations des lieux d'études et des lieux d'emplois sont assez différentes comme nous

avons pu le décrire. Nous avons donc travaillé à la fois à partir de la matrice domicile*travail et de la matrice domicile*travail + études. La première met en évidence l'étalement urbain des activités parallèlement à un éclatement plus important des flux que la seconde. Nous pourrions ainsi tester la formulation qui nous permet d'obtenir le meilleur résultat.

Toutes les évolutions de localisation des activités ne peuvent se résumer à travers l'évolution des couples domicile travail (+ études). S'il s'agit d'une évidence, nous pensons tout de même que ce couple structure fortement la localisation des activités quotidiennes. De plus, la plupart des activités autres que domicile et travail (+ études) sont synonymes d'emplois, certes pas pour la personne qui les réalise, mais pour d'autres personnes. C'est le cas des achats par exemple. Dans la plupart des modèles de génération, on utilise le nombre d'emplois de commerces ou d'emplois tertiaires pour la génération des déplacements pour le motif achat/service. Certes les coefficients de génération sont différents de ceux retenus pour les déplacements domicile travail, mais ils illustrent la corrélation existant entre la localisation des emplois et des activités. Il en est de même du domicile qui reste une des extrémité d'un nombre important de déplacements, même si le poids des déplacements secondaires (sans extrémité au domicile) s'accroît avec le temps. Nous testerons donc cette hypothèse de corrélation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emplois (+ études) et la localisation des activités exprimée à travers la matrice origines-destinations des déplacements (Cf. 4.1.4).

Dans un objectif prospectif, on dispose généralement de statistiques sur les emplois et sur les lieux d'études d'une part et sur l'habitat d'autre part. Ces données sont le plus souvent des in-put des modèles de prévision de la demande. En revanche, on ne dispose généralement pas, à l'horizon d'étude, du nombre d'emplois ou de lieux d'études par zone occupés par les résidents d'un périmètre donné et encore moins de la matrice associant lieux de résidence et lieux d'emplois (+ études). Il s'agit sûrement d'une limite de notre exercice, encore qu'on puisse produire cette matrice à l'aide d'un modèle gravitaire appliqué sur les données de localisation des emplois et des lieux d'études d'une part et d'habitat d'autre part. De plus, les migrations alternantes produites lors des recensements sont une donnée complémentaire (bénéficiant en outre d'une grande précision statistique) permettant d'une part de caler un tel modèle gravitaire et d'autre part de suivre l'évolution de cette matrice dans le temps lors des recensements.

4.1.2 Principe mathématique

Nous souhaitons étudier la contribution des changements de localisation sur les évolutions de part de marché. Il nous faut donc exprimer la part de marché des transports collectifs comme étant la résultante de deux termes : un premier prenant en compte la localisation des déplacements à travers leur origine et leur destination et un second prenant en compte les autres facteurs. Pour ce second terme, il suffit de retenir la part de marché des transports collectifs sur chacune des origines-destinations. Nous pouvons ainsi séparer la contribution de ces deux facteurs, en supposant l'indépendance entre les deux termes (nous reviendrons plus loin sur cette hypothèse). On écrit donc :

$$P_{TC} = \sum_{i,j} l_{ij} P_{ij} \text{ où}$$

- P_{TC} désigne la part modale des transports en commun en % des déplacements (TC+VP) réalisés par l'ensemble des résidents du périmètre considéré ;

- l_{ij} est le poids des déplacements (TC+VP) pour le flux d'origine i et de destination j , c'est-à-dire qu'on a $l_{ij} = \text{nombre de déplacements (TC+VP) du flux } ij / \text{nombre total de déplacements (TC+VP)}$;
- P_{ij} est la part modale élémentaire des transports en commun pour le flux ij (en % des déplacements (TC+VP)).

On considère alors deux états 1 et 2 de répartition modale. L'étude quantitative consiste à étudier le rapport P_{TC2}/P_{TC1} , soit le taux de variation global de P_{TC} entre 1 et 2. On écrit alors l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \frac{P_{TC2}}{P_{TC1}} &= \frac{\sum_{ij} l_{ij2} P_{ij2}}{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1}} = \frac{\sum_{ij} l_{ij2} P_{ij1}}{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1}} \times \frac{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij2}}{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1}} \times \frac{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1} \times \sum_{ij} l_{ij2} P_{ij2}}{\sum_{ij} l_{ij2} P_{ij1} \times \sum_{ij} l_{ij1} P_{ij2}} \\ &= E(l_{ij}) \times E(P_{ij}) \times E(l_{ij}; P_{ij}) \end{aligned}$$

$E(l_{ij})$ désigne la variation due à l'évolution des poids de chaque origine-destination en gardant la part de marché des transports collectifs sur ij (P_{ij}) constant entre 1 et 2, que nous appelons par la suite effet localisation, $E(P_{ij})$ désigne la variation due à l'évolution des P_{ij} en gardant constant l_{ij} entre 1 et 2 et $E(l_{ij}; P_{ij})$ est un effet double qui est le rapport entre deux taux de variation : le premier est obtenu par variation des poids entre 1 et 2 avec les parts modales P_{ij} à l'état 2, le deuxième taux est obtenu par variation des poids entre 1 et 2 mais avec les parts modales P_{ij} de l'état 1.

Ainsi, le taux de variation global peut se décomposer en trois effets, un effet simple dépendant de la variation des localisations, un effet simple dépendant de la variation des parts modales élémentaires et un effet double dépendant de la variation à la fois des poids et des parts modales. L'analyse quantitative va alors consister à chiffrer et à donner la signification de ces trois effets. Cette formulation mathématique repose sur quelques hypothèses de travail que nous allons maintenant présenter.

4.1.3 Hypothèses de travail

Notre formulation mathématique des effets suppose l'indépendance entre les facteurs de localisation et les autres facteurs dans le choix du mode de transport. De plus, pour interpréter les résultats nous supposons que la totalité des effets de localisation sont pris en compte par notre terme $E(l_{ij})$. L'hypothèse peut sembler forte.

En effet, on sait que nombre de facteurs ayant une influence sur le choix du mode de transport sont également corrélés à la localisation de la résidence ou du travail. Nous n'évoquons que deux exemples, mais on pourrait en citer d'autres. La motorisation est souvent retenue comme facteur explicatif du choix modal et de nombreuses études ont pu effectivement montrer son influence sur le choix du mode de transport (Gabet, 1997 ; Massot, Orfeuil, 1989, 1990, 1991 ; Kauffman, Guidez, 1996 ; Madre, Armoogum, 1996 ; Andan, Bonnel, Raux, 1988 ...). Par ailleurs la corrélation avec la localisation de la résidence est évidente (dans l'agglomération lyonnaise, la motorisation des ménages est deux fois plus importante en zone péri-urbaine que dans l'hypercentre (SYTRAL, 1995)). L'âge

est un autre facteur fortement corrélé au choix du mode de transport (Pochet, 1995). De même l'espace investi n'est pas le même selon l'âge de l'individu.

Ces deux exemples semblent invalider notre hypothèse. En fait, ils nous obligent à la formuler plus clairement. A l'évidence, nous ne pouvons supposer l'indépendance des deux groupes de facteurs entre eux. Par contre, nous pensons que l'on peut faire l'hypothèse suivante : à origine-destination donnée, le terme localisation n'influe plus dans l'évolution des autres facteurs et donc de la part de marché des transports collectifs. C'est-à-dire qu'au niveau de chaque origine-destination, c'est l'évolution des autres facteurs que ceux de localisation qui expliquent l'évolution des parts de marché. Cette hypothèse reste bien entendu discutable. On remarquera toutefois que cette hypothèse est également retenue implicitement dans les modèles séquentiels qui traitent la répartition modale (de manière agrégée ou désagrégée) sans prendre en compte le terme localisation dans la formulation du choix du mode.

Si intuitivement cette hypothèse semble réaliste, il n'en reste pas moins qu'il serait souhaitable de pouvoir la tester à défaut de la démontrer. Le terme $E(l_{ij} ; p_{ij})$ qui traduit l'effet double des localisations et des autres facteurs nous semble pouvoir jouer ce rôle de test. En effet, si ce terme est différent de 1, cela signifie que les effets de localisation d'une part et les autres effets d'autre part ne sont pas complètement repris par les deux termes $E(l_{ij})$ (effets des localisations) et $E(p_{ij})$ (effets des autres facteurs), donc que ces deux facteurs interagissent pour produire également des effets sur la part de marché des transports collectifs. En revanche, s'il est proche de 1, nous ne pouvons rien conclure formellement, mais nous avons la faiblesse de penser que cela alimente la pertinence de l'hypothèse.

La seconde hypothèse tient à la formulation retenue pour la prise en compte du facteur localisation qui repose sur la matrice des poids de déplacements de chaque origine-destination. Elle revient à prendre en compte les origines-destinations des déplacements. Cette formulation s'écarte donc de notre problématique qui vise à relier l'évolution de la part de marché des transports collectifs à l'évolution des localisations des résidences et des lieux de travail ou d'études. Si nous nous en tenions à cette formulation, nous supposerions alors que l'on peut résumer l'évolution de la matrice origines-destinations des déplacements à celle du couple lieux de résidence * lieux de travail (+ études).

L'analyse menée dans les sections précédentes a mis évidence une certaine relation entre ces deux matrices. En effet, nous avons montré que l'évolution des localisations était caractérisée par un éclatement des couples domicile*travail qui se traduit par une périphérisation des flux. De plus, nous avons souligné le rôle structurant des localisations de l'habitat et du travail dans la localisation des activités individuelles. Toutefois, il est probablement abusif d'étendre cette relation pour supposer qu'il y a stricte identité d'évolution des deux matrices. Nous analysons donc dans la section suivante l'hypothèse de dépendance linéaire entre ces deux matrices.

4.1.4 Etude de la relation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emploi (+ études) et la matrice des poids (VP+TC)

L'hypothèse formulée ci-dessus revient à supposer une relation linéaire entre la matrice des poids de chaque couple origine-destination et la matrice des couples lieux de résidence * lieux

d'emplois. C'est cette relation que nous étudions à l'aide du test du khi-deux et du test de corrélation et de la régression linéaire.

Nous testons cette relation sur deux matrices de localisation l'une retenant uniquement les lieux d'emplois, l'autre associant lieux de travail et lieux d'études. Nous pouvons ainsi tester la matrice fournissant les meilleurs résultats.

Test de corrélation et test du khi-deux

Le test de corrélation consiste à calculer un coefficient de corrélation entre deux séries de données correspondant à deux variables différentes. Ce coefficient est le rapport de la covariance des deux variables sur le produit de leurs écarts-types respectifs. On sait que si deux variables sont indépendantes, leur covariance est nulle. Le coefficient de corrélation mesure la relation existant entre les deux séries de données. Il détermine si ces deux séries varient de façon conjointe, c'est-à-dire si les valeurs élevées d'une des séries sont associées à celles de l'autre série (corrélation positive), si les petites valeurs d'une des séries sont associées aux valeurs élevées de l'autre série (corrélation négative) ou si les valeurs des deux séries sont indépendantes (ce qui est différent d'affirmer que les deux variables sont indépendantes). Plus la corrélation entre les valeurs des séries de données est forte, plus le coefficient tend vers 1 ou (-1). Plus la corrélation est faible, plus le coefficient tend vers 0.

Le khi-deux permet de tester la dépendance entre deux distributions de même taille. La valeur obtenue peut ensuite être comparée à la valeur théorique de la loi du khi-deux pour un niveau de confiance et un nombre de degré de libertés donnés. Nous comparons deux matrices de distribution entre elles, le nombre de degré de libertés est donc le nombre de cases de la matrice - 1.

Nous avons appliqué ces deux tests entre les matrices lieux de domicile*lieux de travail (+ études) et les matrices de déplacements (TC+VP). Pour des raisons de cohérence, les deux matrices doivent avoir la même taille. De ce fait, les déplacements ayant leur origine en dehors du périmètre d'étude n'ont pas été pris en compte (ils représentent respectivement 1,6 ; 4,3 et 6,1 % de l'ensemble des déplacements (TC+VP) réalisés par les résidents du périmètre 76 en 1976 ; 1985 et 1995 et 1,9 ; 2,9 % des déplacements du périmètre 85 en 1985 ; 1995). Par contre, les domiciles sont évidemment tous dans le périmètre d'étude. En colonne pour les matrices du périmètre 1976, les zones 2CO, 3CE et 8 (externe du périmètre 85) ont été regroupées en une seule zone « externe » (au périmètre 76), car les effectifs sont trop faibles. De plus, ce regroupement est plus cohérent avec la définition du périmètre 76. En revanche, le découpage en 7 zones + une zone externe a été conservé pour le périmètre 85. Nous avons donc 29 degrés de liberté pour périmètre 76 et 55 degrés de liberté pour le périmètre 85.

	EM 76 pér 76	EM 85 pér 76	EM 95 pér 76	EM 85 pér 85	EM 95 pér 85
Valeur du khi-deux	0,149	0,260	0,196	0,236	0,180
Probabilité à 95%	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Coefficient de corrélation	0.957	0.933	0.926	0.948	0.947

Tableau 10 : Khi-deux et coefficients de corrélation entre matrices des déplacements (TC+VP) et couples domicile*travail

	EM 76 pér 76	EM 85 pér 76	EM 95 pér 76	EM 85 pér 85	EM 95 pér 85
Valeur du khi-deux	0,181	0,259	0,144	0,254	0,162
Probabilité à 95%	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Coefficient de corrélation	0.962	0.955	0.959	0.962	0.964

Tableau 11 : Khi-deux et coefficients de corrélation entre matrices des déplacements (TC+VP) et couples domicile*travail + études

Il ressort nettement une très forte dépendance et une très forte corrélation positive entre les deux types de matrices, quels que soient le périmètre et la date d'enquête. La corrélation est légèrement meilleure avec le regroupement des motifs travail et études. Pour approfondir l'analyse, nous avons procédé à une régression linéaire pour spécifier la relation entre les deux matrices.

Régression linéaire

Dans la mesure où nous posons l'hypothèse d'une dépendance linéaire entre les deux matrices, nous avons appliqué la méthode de régression linéaire par les moindres carrés aux matrices des couples domicile*travail (+ études) et des déplacements (TC+VP). Nous cherchons entre les matrices une éventuelle relation du type $y = m \times x + b$ où y représente la matrice des déplacements (TC+VP), x la matrice des couples domicile*travail (+ études), m la pente de la droite et b l'ordonnée à l'origine. m représente donc le coefficient multiplicateur permettant de passer de la matrice domicile * travail (+ études) à la matrice des déplacements (TC+VP).

Pour faire la régression, nous avons vectorisé les matrices, chaque couple origine-destination i/j devenant une observation. Comme pour le calcul des corrélations, les déplacements ayant une origine externe au périmètre 76 n'ont pas été pris en compte. De même, les zones 2CO, 3CE et 8 (externe au périmètre 85) ont été regroupées en une zone « externe » au périmètre 76. Ces zones sont par contre conservées pour le périmètre 85.

Chacune des matrices est exprimée en poids du couple origine-destination i/j par rapport au total de la matrice. Ainsi pour la matrice des couples domicile*travail (+ études), chaque case i/j de la matrice représente le pourcentage des personnes résidant dans la zone i et travaillant (ou étudiant) dans la zone j sur l'ensemble des personnes actives ayant un emploi (ou étudiant). De même pour la matrice des déplacements (TC+VP), chaque case i/j de la matrice représente le poids des déplacements entre i et j sur l'ensemble des déplacements (TC+VP) réalisés par les résidents du périmètre d'étude (le total est obtenu en excluant les déplacements dont l'origine est externe au périmètre d'étude). Le choix de matrices de poids plutôt que de matrices de nombre de déplacements répond mieux à notre objectif. En effet, nous souhaitons pouvoir comparer des structures de matrices entre elles. Nous pouvons ainsi faire abstraction de l'évolution dans le temps du nombre total de déplacements (VP+TC) d'une part et de l'évolution du nombre total de couples domicile*travail (+ études) d'autre part. Ces deux évolutions sont différentes, notamment du fait de la chute des déplacements marche à pied et deux-roues entre 1976 et 1985 qui augmentent

sensiblement le nombre total de déplacements (TC+VP). Nous simplifions ainsi la formulation mathématique de la relation entre les deux matrices (que nous présentons un peu plus loin) et l'analyse de la contribution de leur évolution à l'évolution de la part de marché des transports collectifs.

Le test de student (à 28 degrés de liberté pour le périmètre 76 et 54 pour le périmètre 1985) sur l'ordonnée à l'origine montre que l'on ne peut rejeter l'hypothèse de nullité du coefficient au seuil de 5 % quels que soit l'année, le périmètre et les activités retenues (travail seul ou travail + études) (tableau 12). La constante n'est donc pas significativement différente de 0. De ce fait, nous retiendrons une formulation sans constante. De plus cette formulation simplifie les calculs dans la section suivante. En effet, nous pouvons écrire plus simplement la formulation des effets de localisation. Compte de notre relation entre les deux matrices, nous pouvons écrire :

$$l_{ij} = m \times d_{ij}$$

où l_{ij} est le poids des déplacements (TC+VP) pour le flux d'origine i et de destination j , c'est-à-dire qu'on a l_{ij} = nombre de déplacements (TC+VP) du flux ij / nombre total de déplacements (TC+VP) ;

d_{ij} est le poids des individus résidant dans la zone i et travaillant (+ étudiant) dans la zone j parmi l'ensemble des résidents actifs ayant un emploi (+ résidents faisant des études) ;

m est le coefficient exprimant la relation linéaire entre les deux matrices.

couple domicile*travail	penne m	t de student	intervalle de confiance à 95 %	ordonnée à l'origine	t de student	probabilité pour t de student	coefficient r^2
EM 76, péri 76	0,920	17,37	[0,811-1,029]	0,0027	0,852	40,2 %	0,915
EM 85, péri 76	0,976	13,76	[0,830-1,121]	0,0008	0,220	82,8 %	0,871
EM 95, péri 76	1,037	12,96	[0,873-1,201]	-0,0012	0,302	76,5 %	0,857
EM 85, péri 85	0,965	21,96	[0,877-1,053]	0,0006	0,433	66,7 %	0,899
EM 95, péri 85	1,034	21,66	[0,938-1,129]	-0,0006	0,404	68,8 %	0,897
couple domicile/travail + études							
EM 76, péri 76	0,829	18,64	[0,738-0,920]	0,0057	2,018	5,3 %	0,925
EM 85, péri 76	0,889	17,13	[0,783-0,995]	0,0037	1,273	21,3 %	0,913
EM 95, péri 76	0,926	17,86	[0,820-1,032]	0,0025	0,851	40,2 %	0,919
EM 85, péri 85	0,886	25,72	[0,817-0,955]	0,0020	1,670	10,1 %	0,925
EM 95, péri 85	0,914	26,52	[0,845-0,983]	0,0015	1,304	19,8 %	0,929

Tableau 12 : Résultat de la régression entre le vecteur des poids des couples domicile*travail (+ études) et le vecteur des poids des déplacements (TC+VP) ; ordonnée à l'origine non nulle.

Par ailleurs nous avons exprimé l'effet simple des localisations $E(l_{ij})$ par la formule suivante :

$$E(l_{ij}) = \frac{\sum_{ij} l_{ij2} P_{ij1}}{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1}}$$

En remplaçant les l_{ij} dans la formule, on obtient :

$$E(l_{ij}) = \frac{\sum_{ij} l_{ij2} P_{ij1}}{\sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1}} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{\sum_{ij} d_{ij2} P_{ij1}}{\sum_{ij} d_{ij1} P_{ij1}} = \frac{m_2}{m_1} \times E(D / T(+E))$$

où $E(D/T (+E))$ désigne l'effet simple des seules variations des couples domicile*travail (+ études) et le rapport des coefficients de pente traduit les évolutions des autres localisations. De ce fait, nous pouvons interpréter l'évolution des coefficients de pente comme étant dû à la variation des localisations des déplacements autres que ceux de domicile*travail (+ études), non reprise par l'évolution de la matrice des couples domicile*travail (+ études). Nous estimons que l'on peut interpréter le fait que le coefficient de pente soit différent de 1 de la même manière. Il traduit donc le fait que les matrices des couples domicile*travail (+ études) n'expliquent pas la totalité de la structure de la matrice des déplacements (TC+VP). La variation de la pente et sa valeur différente de 1 peut également être interprétée comme le fait que la relation n'est peut être pas tout à fait linéaire et qu'une autre formulation mathématique l'exprimerait mieux.

La formulation associant travail et études fournit une meilleure représentation (meilleur r^2 , plus forte valeur du t de student et intervalle de confiance plus restreint, tableau 13) de la matrice des déplacements (TC+VP). Il est probable que la formulation avec travail seul donne une place trop importante à la périphérisation et à l'éclatement des flux. En effet, une part relativement importante de la mobilité reste une mobilité de proximité qui est mieux représentée par les couples domicile / études qui restent dominés par la proximité au domicile au moins jusqu'au niveau du collège. L'écart entre les r^2 des deux formulations a d'ailleurs tendance à s'amplifier entre 1976 et 1995, du fait de la diminution du r^2 dans le temps pour la formulation avec le travail seulement. Ainsi la dissociation grandissante des localisations du domicile et du travail ne s'accompagnerait pas d'une dissociation aussi forte des autres couples d'activités.

couple domicile*travail	Pente m	Coefficient r^2	t de student	intervalle de confiance à 5 %
EM 76, péri 76	0,946	0,913	21,8	[0,857-1,035]
EM 85, péri 76	0,986	0,871	18,4	[0,876-1,095]
EM 95, péri 76	1,021	0,857	17,1	[0,899-1,143]
EM 85, péri 85	0,975	0,899	26,6	[0,902-1,049]
EM 95, péri 85	1,023	0,897	26,4	[0,945-1,100]
couple domicile/ travail + études				
EM 76, péri 76	0,876	0,915	22,0	[0,795-0,957]
EM 85, péri 76	0,928	0,908	22,0	[0,842-1,015]
EM 95, péri 76	0,953	0,917	23,0	[0,868-1,037]
EM 85, péri 85	0,915	0,921	30,3	[0,855-0,976]

EM 95, péri 85	0,937	0,926	31,6	[0,878-0,996]
----------------	-------	-------	------	---------------

Tableau 13 : Résultat de la régression entre le vecteur des poids des couples domicile*travail (+ études) et le vecteur des poids des déplacements (TC+VP) ; ordonnée à l'origine nulle.

Cette étude a été menée en considérant que chaque case de la matrice avait un poids identique dans la détermination de la droite. Si ce choix correspond à notre objectif de comparaison des structures de matrices, il pose en revanche quelques problèmes. En premier lieu, on peut craindre que la plus faible représentativité des cases de la matrice présentant un effectif faible soit de nature à biaiser les résultats de la régression. De plus, la régression peut présenter une certaine instabilité selon le découpage choisi, car la division en deux d'une zone peut amener des résultats différents. Le test de ces deux hypothèses nous conduirait à des calculs assez longs. Nous avons donc effectué les régressions en introduisant des poids à chacune des observations, égaux au poids que représente chaque couple de zones i/j parmi l'ensemble du périmètre d'étude. Pour chaque couple i/j, le poids est donc égal au nombre de personnes résidant dans la zone i et travaillant (+ étudiant) dans la zone j. Nous estimons ainsi pouvoir en partie gommer les deux risques énoncés ci-dessus. Les pentes obtenues sont légèrement plus faibles. En revanche, les rapports de pente sont identiques à 1% près. Il ne nous semble donc pas nécessaire de présenter les résultats, d'autant plus que cette méthode pose quelques problèmes pour le calcul du r^2 et du t de student, car nous multiplions « artificiellement » le nombre d'observations. Ces valeurs ne peuvent plus alors être comparées à celles présentées dans le tableau 13.

Ayant précisé notre méthodologie et les hypothèses qui l'accompagne, nous pouvons présenter les résultats de l'analyse des effets de l'évolution de la localisation des activités sur le partage modal entre les transports en commun et la voiture.

4.2 Quantification des effets dû à l'évolution des localisations

La section précédente, nous a permis d'exposer la formulation mathématique retenue pour décomposer le taux de variation global de la part de marché des transports en commun en trois taux de variation correspondant aux effets de localisation, aux effets des autres facteurs et en effets conjoints. De plus, l'effet localisation peut être décomposé en un effet domicile*travail (+ études) et un effet autres activités. Ce sont ces taux que nous allons étudier.

4.2.1 Présentation des résultats

Le calcul des taux de variation entre deux états 1 et 2 nécessite auparavant le calcul de quatre parts modales globales, calculée chacune sous différentes conditions de poids et de parts modales élémentaires. Ces quatre parts modales sont les suivantes :

$-l_1 P_1 = \sum_{ij} l_{ij1} P_{ij1}$, part modale globale réelle à l'état 1 ;

$-l_1 P_2 = \sum_{ij} l_{ij1} P_{ij2}$, part modale globale fictive avec les poids de localisation de l'état 1 et les parts modales élémentaires de l'état 2 ;

$-l_2 P_1 = \sum_{ij} l_{ij2} P_{ij1}$, part modale globale fictive avec les poids de localisation de l'état 2 et les parts modales élémentaires de l'état 1 ;

$-l_2 P_2 = \sum_{ij} l_{ij2} P_{ij2}$, part modale globale réelle à l'état 2.

Le tableau 14 récapitule le calcul de ces parts modales pour chaque variation d'une enquête ménages à l'autre sur chaque périmètre.

		$l_1 P_1$	$l_1 P_2$	$l_2 P_1$	$l_2 P_2$
Péri 76	EM 76→EM 85	21,54%	25,23%	20,26%	23,80%
	EM 85→EM 95	23,80%	22,98%	21,97%	21,37%
	EM 76→EM 95	21,54%	24,31%	19,02%	21,37%
Péri 85	EM 85→EM 95	20,92%	20,09%	19,00%	18,36%

Tableau 14 : Calcul des parts modales de transports en commun (en % des déplacements (TC+VP))

Les taux de variation entre deux états 1 et 2 sont issus de rapports entre ces parts modales (tableau 15). Quelques remarques préliminaires faciliteront la lecture du tableau :

- les données représentent des taux de variation absolue, soit : $P_{TC2}/P_{TC1} = \alpha$;
- le taux de variation absolue global est le **produit** des taux correspondant aux trois effets ;
- à partir d'un taux de variation absolue α calculé dans le tableau, on peut exprimer une croissance ou décroissance relative en % de la part modale entre les états 1 et 2 de la façon suivante : $\frac{P_{TC2} - P_{TC1}}{P_{TC1}} = (\alpha - 1) \times 100$. Mais la somme des croissances ou

décroissances relatives de chaque effet ne donne pas la croissance ou décroissance relative globale, car la méthode de calcul fournit des effets multiplicatifs et non additifs.

	Périmètre 76			Périmètre 85
	EM 76→ EM 85	EM 85→ EM 95	EM 76→ EM 95	EM 85→ EM 95
Taux global	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation $E(l_{ij})$	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet des autres facteurs $E(P_{ij})$	1,171	0,966	1,129	0,960
Effet double $E(l_{ij} ; P_{ij})$	1,003	1,007	0,995	1,006
Décomposition de l'effet localisation				
Couple domicile*travail				
Effet D/T (domicile*travail)	0,902	0,891	0,818	0,866
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,042	1,036	1,079	1,048
Couple domicile*travail + études				
Effet D/TE (domicile*travail + études)	0,887	0,900	0,812	0,897
Rapport coeff. de pente (effet	1,060	1,026	1,087	1,024

autres activités)				
-------------------	--	--	--	--

Tableau 15 : Taux de variation des parts modales des transports en commun

4.2.2 Analyse des résultats

L'effet double est proche de 1 pour chaque couple d'enquête. Si formellement, on ne peut en conclure qu'il n'y pas d'interaction entre les effets de localisation et les autres effets, l'hypothèse n'est pas infirmée par le jeu de données. Nous estimons donc que les effets simples expriment la totalité des effets de localisation d'une part et des autres facteurs d'autre part sur la répartition modale.

L'effet localisation est légèrement plus important entre 1985 et 1995 que pendant la décade précédente sur le découpage 76. Toutefois, la différence n'est pas très sensible entre les deux enquêtes. Ainsi, la progression ou l'arrêt de la chute des flux plus centraux observé dans la seconde décade par rapport à la première n'a pas provoqué une réduction de l'effet localisation. Mais dans le même temps, la périphérisation des flux s'est poursuivie voire amplifiée durant cette seconde décade. Le passage du périmètre 76 au périmètre 85 accroît légèrement l'effet localisation. On retrouve ici, le déplacement partiel de l'étalement urbain des limites du périmètre 76 aux limites du périmètre 85 entre les deux décades. Les effets localisation entraînent donc d'une décade à l'autre une chute de 6 à 9 % de la part de marché des transports collectifs.

Cet effet localisation est ensuite décomposé en un effet localisation des couples domicile*travail (+ études) et un effet localisation des autres activités. Si la structure de la matrice des couples domicile*travail (+ études) expliquait complètement la structure de la matrice des déplacements (TC+VP) ceci pour les différentes dates d'enquête et les deux périmètres, nous devrions avoir un rapport des coefficients de pente égale à 1. Nous pourrions ainsi valider notre hypothèse. Le résultat n'est toutefois pas pleinement concluant dans la mesure où ce coefficient est systématiquement supérieur à 1.

Il apparaît ainsi que le seul effet des changements de localisation des couples domicile*travail (+ études) conduit à une chute de la part de marché des transports collectifs d'au moins 10 % à chaque décade. Toutefois, cette chute est limitée du fait de la moindre évolution des localisations des origines-destinations des déplacements (TC+VP) réalisés pour d'autres motifs. Le fait de retenir uniquement le travail ou de prendre en compte à la fois le travail et les études ne semble pas influencer fortement sur les résultats. Entre 1985 et 1995, la formulation avec travail et études semble un peu mieux reprendre les évolutions dues aux changements de la structure de la matrice des déplacements (TC+VP). Par contre le résultat inverse s'observe pour les évolutions par rapport à l'enquête de 1976.

L'analyse des autres facteurs que ceux de localisation apporte également des enseignements intéressants. Il apparaît que les autres facteurs ont joué positivement pour la part de marché des transports collectifs entre 1976 et 1985, mais qu'ils ont entraîné une baisse (réduite) de 1985 à 1995. Parmi ces autres facteurs, on peut penser que les critères d'offre de transport doivent avoir une place non négligeable. On peut alors envisager plusieurs hypothèses pour expliquer ce renversement de tendance. L'offre de transports collectifs a fortement augmenté durant les deux

décades. L'accroissement mesuré en termes de places*kilomètres offertes est globalement comparable entre les deux décades, même si des différences peuvent être mises en évidence selon d'autres indicateurs de qualité de service. Au vu des résultats, il semble que le réseau ait bénéficié d'un véritable effet métro avec l'ouverture des premières lignes. Par contre, les prolongements et l'ouverture de la quatrième ligne ne semblent pas avoir permis de prolonger cet effet. Globalement le saut qualitatif d'offre de transport n'a peut être plus été suffisant pour provoquer un fort effet d'image provoquant à son tour un accroissement d'usage. Ce peut être aussi le choix de la zone d'extension du métro qui peut être mis en cause ou plus globalement la pertinence du métro comme élément moteur de la poursuite du développement de l'offre de transports collectifs sur l'agglomération lyonnaise.

On peut aussi avancer d'autres hypothèses, et notamment l'amélioration concomitante de l'offre de transport automobile (voirie et stationnement). En effet, durant cette période si les transports collectifs ont été améliorés, la voiture n'a pas été le parent pauvre de l'amélioration de l'offre. Bien que nous ne disposions pas de statistiques précises sur l'évolution de l'offre routière, l'étude des temps de parcours en voiture ne met pas en évidence de détérioration des temps de transport, y compris lorsque l'on décompose les flux spatialement, malgré une augmentation de la mobilité en voiture particulière (Raux et al., 1996). Ce constat rejoint les résultats déjà cités sur l'agglomération parisienne qui montre un accroissement des vitesses moyennes malgré l'accroissement de la mobilité automobile. Par ailleurs, le centre de Lyon a bénéficié durant la seconde décade d'un accroissement significatif de l'offre de places de stationnement en ouvrage qui est rarement saturée. Les résultats sur cette seconde décade semble donc accréditer la thèse, que nous avons déjà développée (Bonnell et al., 1994) selon laquelle l'amélioration de l'offre de transports est certes nécessaire pour accroître son usage mais en aucun cas suffisante, et que seule une politique globale combinée à une maîtrise de l'automobile est susceptible d'apporter une croissance durable et significative de l'usage des transports collectifs.

Bien évidemment l'offre de transport n'est pas le seul élément parmi les autres facteurs ayant une influence sur le choix du mode. La motorisation qui a fortement crû sur cette période a également pu avoir une influence comme nous allons tenter de le montrer dans le chapitre suivant. De même, il se peut que l'effondrement des deux-roues et de la marche durant la première période ait apporté une clientèle aux transports collectifs augmentant la part de ce mode. En seconde période, ce phénomène étant stoppé, les tendances lourdes de chute des transports collectifs vis-à-vis de la voiture peuvent alors se manifester plus clairement.

Il reste que si l'ensemble de ces hypothèses sont cohérentes avec nombre de travaux sur la mobilité, l'analyse des données réalisée dans ce travail ne permet pas de les justifier pleinement.

Le découpage utilisé dans cette étude pose une double question : tout d'abord, de cohérence, ensuite de robustesse. La décomposition des effets de localisation, nous conduit à travailler sur une matrice domicile * lieux de travail (+ études). De ce fait, nous avons dû dans les régressions exclure les déplacements ayant une origine hors périmètre. Pourtant la décomposition des effets de localisation et autres effets a été menée sur la totalité de la matrice des déplacements (TC+VP). Les deux analyses ne considèrent donc pas deux matrices identiques. Nous reprenons donc les calculs en considérant des matrices de même format. Nous en profitons pour exclure également les déplacements ayant leur destination hors du périmètre d'enquête (5 zones pour 76 et 7 zones pour

85). Nous travaillons ainsi sur un périmètre qui correspond généralement à celui retenu dans la plupart des modèles qui traitent différemment les déplacements internes, des déplacements d'échanges et de transit et qui ne prennent pas en compte les déplacements totalement externes. Nous pourrions ainsi développer un calcul conservant une définition cohérente des matrices (section 4.3).

Pour tester la robustesse des résultats, il nous faut vérifier que les résultats ne sont pas sensibles à la finesse du découpage. En d'autres termes, les résultats obtenus sur le découpage en 7 zones restent-ils valides sur un découpage plus fin. Pour apporter un élément de réponse, nous reprenons les calculs menés ici sur un découpage en 25 zones (section 4.4).

4.3 Validation des résultats sur des matrices internes aux périmètres d'étude

Pour le périmètre 76, nous travaillons donc sur des matrices 5*5 zones et pour le périmètre 85 7*7 zones. Les déplacements ayant une origine ou une destination externe au périmètre considéré sont donc exclus. Tout comme sont exclus les couples domicile * lieux de travail (+ études) dont le lieu d'emploi (ou d'études) est externe au périmètre considéré.

4.3.1 Etude de la relation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emploi (+ études) et la matrice des poids

Nous avons effectué une première régression en considérant une formulation avec constante. Toutefois, le test de student (à 23 degrés de liberté pour le périmètre 76 et 47 pour le périmètre 1985) sur l'ordonnée à l'origine montre que l'on ne peut rejeter l'hypothèse de nullité du coefficient au seuil de 5 % pour la formulation avec travail seul quels que soient l'année d'enquête ou le périmètre. Pour la formulation associant travail et école, la constante n'est significativement différente de 0, au seuil de 5 %, que pour l'enquête de 76 (mais le seuil de significativité est de 3,6 %) et pour l'enquête de 85 avec le périmètre 85 (seuil de 3 %). Il nous semble donc légitime de retenir des formulations sans constante que l'on travaille avec les couples domicile*travail seul ou avec les couples domicile*travail + études.

Les résultats de la régression avec ordonnée à l'origine nulle, sont consignés dans le tableau 16.

couple domicile*travail	Pente m	Coefficient r²	t de student	intervalle de confiance à 5 %
EM 76, péri 76	0,947	0,906	19,9	[0,849-1,045]
EM 85, péri 76	1,012	0,889	18,9	[0,901-1,122]
EM 95, péri 76	1,077	0,905	20,0	[0,966-1,189]
EM 85, péri 85	0,984	0,904	26,1	[0,908-1,060]
EM 95, péri 85	1,038	0,907	26,7	[0,960-1,116]
couple domicile/ travail + études				
EM 76, péri 76	0,876	0,907	20,0	[0,786-0,967]
EM 85, péri 76	0,937	0,908	20,9	[0,844-1,029]

EM 95, péri 76	0,968	0,925	22,7	[0,880-1,056]
EM 85, péri 85	0,919	0,920	28,9	[0,855-0,983]
EM 95, péri 85	0,942	0,928	30,5	[0,880-1,004]

Tableau 16 : Résultat de la régression, matrice interne aux périmètres d'étude, entre le vecteur des poids des couples domicile*travail (+ études) et le vecteur des poids des déplacements (TC+VP) ; ordonnée à l'origine nulle.

Les résultats sont assez logiquement proches de ceux obtenus précédemment dans le tableau 13. La progression de la pente est toutefois un peu plus grande de 1976 à 1995. De ce fait, les rapports de pente seront légèrement plus grands. La qualité de la régression est tout à fait similaire avec des R^2 légèrement plus proches de 1 pour la formulation avec travail seul et comparable pour la formulation travail + études.

4.3.2 Résultats de la décomposition des effets, matrices internes aux périmètres d'étude

En travaillant sur un découpage plus restreint l'évolution de la part des transports collectifs (tableau 18) diffère des résultats présentés dans le tableau 15. La croissance est plus forte de 1976 à 1985 et la chute enrayée de 1976 à 1995, les transports collectifs accroissant même leur part de 6 % face à la voiture. Enfin de 1985 à 1995, la chute est atténuée. Ces résultats sont tout à fait conformes aux constats que nous avons déjà formulés sur les effets de la périphérisation des flux. Plus le périmètre considéré est restreint, et plus la part des transports collectifs s'accroît en moyenne sur une enquête donnée d'une part et plus l'évolution dans le temps est favorable aux transports collectifs.

Inversement, l'effet localisation perd de son ampleur. Entre 1976 et 1995, il n'« explique » plus que 5 % de chute de la part des transports collectifs au lieu de 12 % lorsque l'on considère l'ensemble des déplacements réalisés par les résidents des périmètres d'étude. Ces chiffres soulignent, s'il en était encore besoin, la force des effets de périphérisation et de dissociation des origines-destinations des flux.

Par contre, les effets des autres facteurs sont particulièrement stables que l'on considère l'ensemble des déplacements des résidents des périmètres d'étude ou seulement ceux qui sont réalisés à l'intérieur des périmètres d'étude. Ce résultat est plutôt rassurant. Il donne de la crédibilité à notre hypothèse de séparation des effets de localisation des autres facteurs, car les effets des autres facteurs sont peu sensibles au périmètre retenu. Le constat est d'ailleurs identique lorsque l'on considère les résultats de la décomposition des effets entre 1985 et 1995 à partir du périmètre 76 ou 85.

La décomposition de l'effet localisation conduit à un constat similaire sur l'atténuation des effets repris par l'évolution des couples domicile*travail (+ études). A l'inverse, les rapports de pente sont un peu plus grands, ce qui signifie que les effets de localisation sont moins bien expliqués par l'évolution de la matrice domicile * lieux de travail + études que lorsque l'on retient l'ensemble des déplacements des résidents des périmètres d'étude.

	l_1P_1	l_2P_2	l_1P_2	l_2P_1
--	----------	----------	----------	----------

	EM 76→EM 85	22,11%	25,64%	25,91%	21,72%
Péri 76	EM 85→EM 95	25,64%	23,49%	24,59%	24,39%
	EM 76→EM 95	22,11%	23,49%	24,90%	20,95%
Péri 85	EM 85→EM 95	21,66%	19,26%	20,73%	20,00%

Tableau 17 : Calcul des parts modales de transports en commun (en % des déplacements (TC+VP)), matrices internes aux périmètres d'étude

	Périmètre 76			Périmètre 85
	EM 76→ EM 85	EM 85→ EM 95	EM 76→ EM 95	EM 85→ EM 95
Taux global	1,160	0,916	1,063	0,889
Effet localisation $E(l_{ij})$	0,982	0,951	0,948	0,924
Effet des autres facteurs $E(P_{ij})$	1,172	0,959	1,126	0,957
Effet double $E(l_{ij} ; p_{ij})$	1,007	1,004	0,996	1,006
Décomposition de l'effet localisation				
Couple domicile*travail				
Effet D/T (domicile*travail)	0,920	0,893	0,833	0,876
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,068	1,065	1,138	1,054
Couple domicile*travail + études				
Effet D/TE (domicile*travail + études)	0,919	0,921	0,858	0,901
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,069	1,033	1,105	1,026

Tableau 18 : Taux de variation des parts modales des transports en commun, matrices internes aux périmètres d'étude

Cette analyse faite en ne retenant que les déplacements réalisés à l'intérieur des périmètres d'étude a donc le mérite de confirmer d'une part les effets de la périphérisation des flux et de la dissociation des origines-destinations et d'autre part d'offrir une validation supplémentaire de notre méthodologie de séparation des effets de localisation des autres effets. Même s'il ne s'agit pas d'une démonstration formelle, une nouvelle fois les résultats n'infirment pas notre hypothèse, à savoir que la totalité de l'effet des changements de localisation des origines-destinations est repris par le terme $E(l_{ij})$ et que l'effet des autres facteurs ($E(P_{ij})$) est indépendant de l'effet localisation (nous tenons à rappeler que cela ne signifie pas que les autres facteurs sont indépendants de la localisation des origines-destinations, car on pourrait aisément démontrer le contraire, mais bien que notre formulation permet de rendre indépendant l'effet de l'évolution des localisations, de l'effet de l'évolution des autres facteurs au niveau de chacune des origines-destinations).

4.4 Validation des résultats sur un découpage plus fin : 25 zones ?

Le découpage utilisé dans cette étude en 7 zones est évidemment assez grossier. Il est alors légitime de se demander si les résultats sont consistants sur un découpage plus fin. Pour apporter un

élément de réponse, nous travaillons sur le découpage en 25 zones conçus dans une autre étude (Lichère et al., 1997). Cet objectif se heurte toutefois au problème de l'effectif des enquêtes ménages. En 1976, 37 710 déplacements ont été recensés, mais il n'y a plus que 17 603 déplacements réalisés en voiture ou en transports collectifs. En 1985, ce sont 40 000 déplacements qui ont été recensés, mais uniquement 24 527 en voiture ou en transports en commun pour le périmètre 85 et 16 926 pour celui de 1976. Enfin, en 1995 53 216 déplacements ont été recueillis durant l'enquête dont 34 538 ont été réalisés en voiture ou en transports en commun pour le périmètre 85 et 24 644 pour le périmètre 76. Malgré la stratification géographique de l'échantillon qui permet un suréchantillonnage des zones de banlieue, les flux recensés de banlieue à banlieue sont rapidement très faibles pour alimenter une matrice 25*25, soit 625 cases de la matrice. De plus, le fait d'avoir un sondage en grappe à deux niveaux augmente fortement la probabilité d'avoir une case nulle même avec un flux supérieur au taux de sondage (Raux et al, 1996). On observe effectivement un certain nombre de cases nulles dans chacune des matrices de déplacements.

Par ailleurs pour l'analyse de la relation entre la matrice des déplacements et la matrice lieux de domicile * lieux de travail (+ études), le problème est encore plus important. En 1976, il n'y a que 4 262 actifs et 6 974 actifs ou étudiants pour alimenter la matrice. Les ordres de grandeur sont de même nature pour les deux autres enquêtes sur le périmètre 76 et un peu supérieur pour le périmètre 85. Ainsi, de nouveau de nombreuses cases de la matrice restent nulles.

Compte tenu de ces effectifs, il est relativement illusoire de procéder à des regroupements de zones pour augmenter la significativité de chacune des cases de la matrice ... sauf à revenir au découpage précédent ! Nous avons donc pris le parti de travailler avec le découpage en 25 zones sans regroupement de zones. Les résultats obtenus doivent donc être pris avec beaucoup de prudence. Le problème est probablement moins crucial dans le cas de la séparation des effets de localisation et des autres effets, dans la mesure où les faibles flux sont pondérés par leur poids, qui est alors très faible. En revanche, les résultats de la régression sont à examiner avec prudence, car chaque case de la matrice a le même poids.

Le découpage en 25 zones reprend la logique du découpage en couronne retenu pour le découpage en 7 zones en lui ajoutant une logique de bassin versant. Il s'emboîte en partie dans celui en 7 zones tout en présentant quelques différences, découlant du fait que ce découpage s'affranchit des limites du périmètre 76 pour la constitution des couronnes. De ce fait certaines zones ont une partie à la fois interne au périmètre 76 et une autre externe (Cf. présentation du découpage, chapitre 1).

4.4.1 Etude de la relation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emploi (+ études) et la matrice des poids

Comme pour l'analyse sur le découpage en sept zones, nous retenons des matrices de poids et non de nombre de déplacements pour les régressions. Par ailleurs, pour les analyses menées sur le périmètre 76, nous enlevons de la matrice des déplacements (TC+VP), les déplacements ayant leur origine en dehors du périmètre 76 pour avoir des matrices de même format que les matrices lieux de domicile * lieux de travail (+ études).

couple	pente	t de	intervalle de	ordonnée	t de	probabilité pour t	coefficient
---------------	--------------	-------------	----------------------	-----------------	-------------	---------------------------	--------------------

domicile*travail	m	student	confiance à 5 %	à l'origine	student	de student	r ²
EM 76, péri 76	0,866	56,2	[0,836-0,896]	0,00026	2,92	0,37 %	0,859
EM 85, péri 76	0,951	53,6	[0,917-0,986]	0,00009	1,07	28,4 %	0,847
EM 95, péri 76	1,020	48,3	[0,978-1,061]	-0,00004	-0,41	68,5 %	0,818
EM 85, péri 85	0,941	59,0	[0,910-0,973]	0,00009	1,45	14,7 %	0,843
EM 95, péri 85	1,027	52,5	[0,989-1,066]	-0,00004	-0,62	53,4 %	0,809
couple domicile/travail + études						intervalle de confiance à 5 %	
EM 76, péri 76	0,742	59,2	[0,717-0,766]	0,00050	5,96	[0,00033-0,00066]	0,871
EM 85, péri 76	0,818	66,2	[0,793-0,842]	0,00035	4,96	[0,00021-0,00049]	0,894
EM 95, péri 76	0,825	59,4	[0,798-0,853]	0,00034	4,475	[0,00019-0,00048]	0,872
EM 85, péri 85	0,816	73,3	[0,794-0,838]	0,00028	5,640	[0,00018-0,00038]	0,892
EM 95, péri 85	0,838	63,1	[0,812-0,864]	0,00025	4,488	[0,00014-0,00036]	0,860

Tableau 19 : Résultat de la régression, découpage en 25 zones, entre le vecteur des poids des couples domicile*travail (+ études) et le vecteur des poids des déplacements (TC+VP) ; ordonnée à l'origine non nulle.

Le test de student (à 518 degrés de liberté pour le périmètre 76 et 648 pour le périmètre 1985) sur l'ordonnée à l'origine montre que l'on ne peut rejeter l'hypothèse de nullité du coefficient au seuil de 5 % lorsque l'on retient uniquement les couples domicile*travail (tableau 19). En revanche la constante est significativement différente de 0 au seuil de 5 % pour la formulation associant travail et études, même si la valeur prise est très faible. Toutefois, pour faciliter les calculs menés par la suite, nous conservons une formulation sans constante.

Les résultats font apparaître une pente systématiquement plus faible par rapport au découpage en sept zones. Il est toutefois assez délicat d'interpréter ce résultat, si ce n'est qu'il semble montrer une moins bonne proximité des structures des deux matrices, donc une moindre proximité des structures de localisation des origines-destinations des déplacements (TC+VP) et des couples lieux de domicile * lieux d'emploi (+ études). Le r² est également moins bon. Ce résultat est somme toute assez logique compte tenu des remarques précédentes et de l'accroissement du nombre de degrés de liberté. En revanche, les intervalles de confiance sur la pente sont plus restreints. De ce fait, les résultats de 1976 deviennent significativement différents de ceux des autres années au seuil de 5 %.

La formulation avec l'ordonnée à l'origine nulle (tableau 20) conduit à des conclusions tout à fait similaire à celles qui viennent d'être faites.

couple domicile*travail	Pente m	Coefficient r ²	t de student	intervalle de confiance à 5 %
EM 76, péri 76	0,881	0,857	60,3	[0,852-0,910]
EM 85, péri 76	0,959	0,847	58,7	[0,927-0,991]
EM 95, péri 76	1,016	0,818	53,5	[0,979-1,053]
EM 85, péri 85	0,951	0,841	64,8	[0,922-0,979]
EM 95, péri 85	1,022	0,809	58,4	[0,987-1,056]

couple domicile/ travail + études				
EM 76, péri 76	0,763	0,862	61,6	[0,739-0,788]
EM 85, péri 76	0,838	0,889	70,5	[0,815-0,862]
EM 95, péri 76	0,848	0,867	64,1	[0,822-0,874]
EM 85, péri 85	0,837	0,887	78,2	[0,816-0,858]
EM 95, péri 85	0,860	0,856	68,6	[0,835-0,884]

Tableau 20 : Résultat de la régression, découpage en 25 zones, entre le vecteur des poids des couples domicile*travail (+ études) et le vecteur des poids des déplacements (TC+VP) ; ordonnée à l'origine nulle.

couple domicile*travail	Pente m
EM 76, péri 76	0,826
EM 85, péri 76	0,955
EM 95, péri 76	0,997
EM 85, péri 85	0,935
EM 95, péri 85	0,993
couple domicile/ travail + études	
EM 76, péri 76	0,710
EM 85, péri 76	0,798
EM 95, péri 76	0,760
EM 85, péri 85	0,788
EM 95, péri 85	0,759

Tableau 21 : Résultat de la régression, découpage en 25 zones, entre le vecteur des poids des couples domicile*travail (+ études) et le vecteur des poids des déplacements (TC+VP) ; ordonnée à l'origine nulle et prise en compte des poids en nombre de personnes des couples domicile*travail (+ études)

De nombreuses cellules étant nulles ou ayant un effectif faible, nous avons examiné les résultats de la régression en introduisant un poids à chacune des observations. Nous avons retenu comme poids, le poids de chacune des observations de la variable explicative, c'est-à-dire, le nombre de personnes habitant dans la zone i et travaillant (ou étudiant) dans la zone j . Comme nous l'avons indiqué précédemment, ce mode de calcul multiplie fictivement le nombre d'observations. Il n'est donc plus possible de produire des statistiques de la régression qui soient comparables à celles des régressions précédentes. Nous préférons donc ne pas indiquer de r^2 , de t de student ou d'intervalle de confiance. Les résultats (tableau 21) font apparaître une pente nettement plus faible pour 1976 dans la formulation travail seul et dans tous les cas pour la formulation travail + études. Nous analyserons plus loin les conséquences de ces différences dans le tableau de synthèse des effets.

4.4.2 Résultats de la décomposition des effets, 25 zones

Nous calculons tout d'abord les parts modales élémentaires, qui sont consignées dans le tableau 22. Les deux premières parts modales sont identiques quel que soit le découpage retenu.

Pour les deux autres, nous obtenons des résultats très proches de ceux obtenus avec le découpage en 7 zones.

	l_1P_1	l_2P_2	l_1P_2	l_2P_1
EM 76→EM 85	21,54%	23,80%	25,35%	20,36%
Péri 76 EM 85→EM 95	23,80%	21,37%	23,74%	21,76%
EM 76→EM 95	21,54%	21,37%	25,04%	18,89%
Péri 85 EM 85→EM 95	20,92%	18,36%	20,83%	18,69%

Tableau 22 : Calcul des parts modales de transports en commun (en % des déplacements (TC+VP)), découpage en 25 zones

	EM 76→ EM 85	Périmètre 76 EM 85→ EM 95	EM 76→ EM 95	Périmètre 85 EM 85→ EM 95
Taux global	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation $E(l_{ij})$	0,945	0,914	0,877	0,893
Effet des autres facteurs $E(P_{ij})$	1,177	0,997	1,163	0,995
Effet double $E(l_{ij} ; P_{ij})$	0,993	0,985	0,973	0,987
Décomposition de l'effet localisation				
Couple domicile*travail				
Effet D/T (domicile*travail)	0,868	0,863	0,760	0,831
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,089	1,059	1,153	1,075
Couple domicile*travail + études				
Effet D/TE (domicile*travail + études)	0,861	0,904	0,790	0,870
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,098	1,011	1,110	1,027

Tableau 23 : Taux de variation des parts modales des transports en commun, découpage en 25 zones (sans prise en compte des poids pour les observations dans la régression)

Le découpage en 25 zones n'amène pas de bouleversement dans les résultats (tableau 23). Toutefois, l'effet double s'éloigne un peu plus de l'unité que pour le découpage en 7 zones. Compte tenu des incertitudes sur les données, il nous semble toutefois que l'on peut négliger l'effet double et donc considérer que l'on peut séparer les deux effets. Les résultats sur l'effet localisation sont tout à fait similaires. C'est donc l'effet des autres facteurs qui reprend l'essentiel des variations observées sur l'effet double. Les ordres de grandeur restent toutefois stables. Il nous semble donc que l'on peut accrédi-ter la thèse de la robustesse des résultats sur un découpage plus fin.

En revanche, pour la décomposition de l'effet localisation, les différences sont plus importantes. Le rapport de pente est systématiquement plus grand que pour le découpage en 7 zones. La matrice des couples domicile*travail (+ études) amplifie donc encore plus les évolutions

(périphérisation et dissociation des lieux de résidence et d'emploi (+ études)) que dans le découpage 7 zones. Ce résultat doit cependant être pris avec prudence compte tenu de la faiblesse des effectifs de la matrice des couples domicile*travail (+ études).

Le calcul des pentes à l'aide de la régression prenant en compte un poids pour chacune des observations égal au nombre de personnes résidant la zone i et travaillant (ou étudiant) dans la zone j , permet dans une certaine mesure de minimiser le poids des cellules dont l'effectif est très faible et donc peu significatif. Nous espérons ainsi donner un peu plus de consistance aux résultats. Toutefois, les résultats (tableau 24) ne sont pas très positifs. Les rapports de pente sont encore un peu plus variables que dans le tableau précédent.

La formulation mathématique que nous avons retenue pour relier la matrice origines-destinations des déplacements (TC+VP) et la matrice des couples domicile*travail (+ études) ne permet donc pas de reprendre totalement l'effet localisation à travers l'évolution de la localisation des couples domicile*travail (+ études). Les résultats sont moins bons avec le découpage en 25 zones qu'avec celui en 7 zones. Toutefois la faiblesse des effectifs de nombreuses cases de la matrice ne permet pas de conclure formellement sur l'absence de robustesse sur un découpage plus fin. Ils doivent toutefois engager à une certaine prudence dans l'utilisation de ces résultats.

	EM 76→ EM 85	Périmètre 76 EM 85→ EM 95	EM 76→ EM 95	Périmètre 85 EM 85→ EM 95
Effet localisation $E(l_i)$ dont :	0,945	0,914	0,877	0,893
Décomposition de l'effet localisation				
Couple domicile*travail				
Effet D/T (domicile*travail)	0,818	0,876	0,727	0,841
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,156	1,044	1,207	1,062
Couple domicile*travail + études				
Effet D/TE (domicile*travail + études)	0,840	0,961	0,819	0,927
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,125	0,952	1,071	0,963

Tableau 24 : Décomposition de l'effet localisation avec pente obtenue par régression avec poids sur les observations, découpage en 25 zones

5 Conclusions

Notre travail a donc permis de séparer l'effet des changements de localisation des déplacements de l'effet dû à l'évolution des autres facteurs. Le résultat sur l'effet conjoint (proche de 1) semble accréditer l'hypothèse d'indépendance des deux effets étudiés (ou tout au moins ne l'invalide pas). De même la stabilité des résultats de l'effet des autres facteurs entre 1985 et 1995 selon les deux périmètres d'une part et la stabilité de ces mêmes effets que l'on considère l'ensemble des déplacements réalisés par les résidents des périmètres étudiés ou seulement ceux réalisés à l'intérieur des périmètres d'étude (Cf. 4.3) d'autre part, semblent confirmer cette hypothèse (ou tout au moins ne l'infirmement pas). Notre formulation permet donc d'isoler l'effet dû à l'évolution des localisations et de mettre en évidence son influence sur l'évolution de la répartition modale. De plus ces résultats restent consistants avec un découpage plus fin en 25 zones.

Au cours des deux dernières décades, les changements d'origines-destinations des déplacements ont ainsi contribué à une baisse de 6 à 9 % (tableau 15), sur chaque décade, de la part de marché des transports collectifs. En revanche, l'explication de l'évolution des localisations par l'évolution des couples localisation du domicile * localisation du travail (+ du lieu d'études) n'est pas pleinement satisfaisante. Certes celle-ci « explique » une partie de ces évolutions de localisation et donc de part de marché des transports collectifs, mais elle a tendance à les amplifier. Les deux formulations avec travail seul ou combinaison du lieu de travail avec le lieu d'études apportent sensiblement les mêmes résultats, même si la seconde formulation semble mieux « expliquer » la structure spatiale de la matrice des déplacements (TC+VP). De plus, le passage au découpage en 25 zones réduit encore la pertinence de notre hypothèse.

Ces résultats mettent en évidence l'importance de la gestion de l'étalement urbain et du développement des périphéries dans les politiques de déplacements urbains. Cela signifie qu'il faut prévoir les nouveaux besoins de déplacements et planifier l'offre de transport devant y répondre. Si l'on souhaite développer les transports en commun, il faudra alors améliorer leur compétitivité par rapport à la voiture sur les flux radiaux d'une part, mais aussi sur des flux interbanlieues. Toutefois, face à la difficulté de la tâche sur les flux périphériques, il est également indispensable de maîtriser le tissu urbain pour recréer des déplacements de proximité en redynamisant les centres non seulement de Lyon mais aussi des villes de banlieues et contrôler l'étalement des résidences et des activités. Il faut également s'interroger sur le rôle des infrastructures routière de contournement qui favorisent l'étalement urbain, ou tout au moins facilitent les déplacements de ceux qui y résident ou y travaillent.

Les résultats ont également révélé que d'autres facteurs entraînent en jeu dans les évolutions de la part de marché des transports collectifs. Nous savons que l'amélioration de l'offre de transport collectifs joue un rôle sur l'accroissement de son usage, mais l'exemple de la période de 1985 à 1995 montre qu'elle ne suffit pas. Le chapitre suivant vise à isoler la motorisation parmi les autres facteurs, en raison de sa forte influence sur le partage modal.

CHAPITRE 3 :
ANALYSE DE L'INFLUENCE
DE LA MOTORISATION
SUR LA REPARTITION MODALE

Le lien entre la motorisation et la répartition modale a été maintes fois établi dans de nombreuses études de mobilité en milieu urbain. C'est une variable couramment utilisée dans les modèles de prévision de trafic, que ce soit pour segmenter les populations ou pour intervenir dans les lois de répartition modale. L'objet de ce dernier chapitre, tout comme le précédent, est donc d'étudier l'influence de l'évolution de la motorisation sur l'évolution de la répartition modale sur l'agglomération lyonnaise. Nous cherchons donc à isoler l'effet de l'évolution de la motorisation des effets dus à l'évolution de la localisation d'une part et des autres facteurs d'autre part.

Nous organisons ce chapitre comme le précédent. Nous présentons tout d'abord l'évolution de la motorisation dans l'espace et dans le temps (section 1). Cela nous amène à proposer une méthode originale de calcul de la motorisation associée à la structure spatiale des déplacements. Nous décrivons ensuite la méthodologie développée pour isoler le facteur motorisation des autres facteurs et notamment du facteur localisation (section 2). Nous présentons enfin les résultats de la quantification des effets liés à l'évolution de la motorisation sur la répartition modale (section 3).

1 Motorisation, localisation et répartition modale

Nous commençons tout d'abord par situer les niveaux de motorisation et leurs évolutions dans le temps entre les trois enquêtes. Ces niveaux étant très variables dans l'espace, cette présentation s'appuie sur le découpage en sept zones utilisé dans le chapitre précédent. Cette présentation nous conduit à proposer une méthode originale de calcul de la motorisation. Cette méthode tient compte de la motorisation des ménages, mais également de la structure spatiale des flux. Nous l'appliquons ensuite sur les trois enquêtes et les deux périmètres pour analyser l'évolution de la motorisation en parallèle avec l'évolution des localisations des origines-destinations des déplacements.

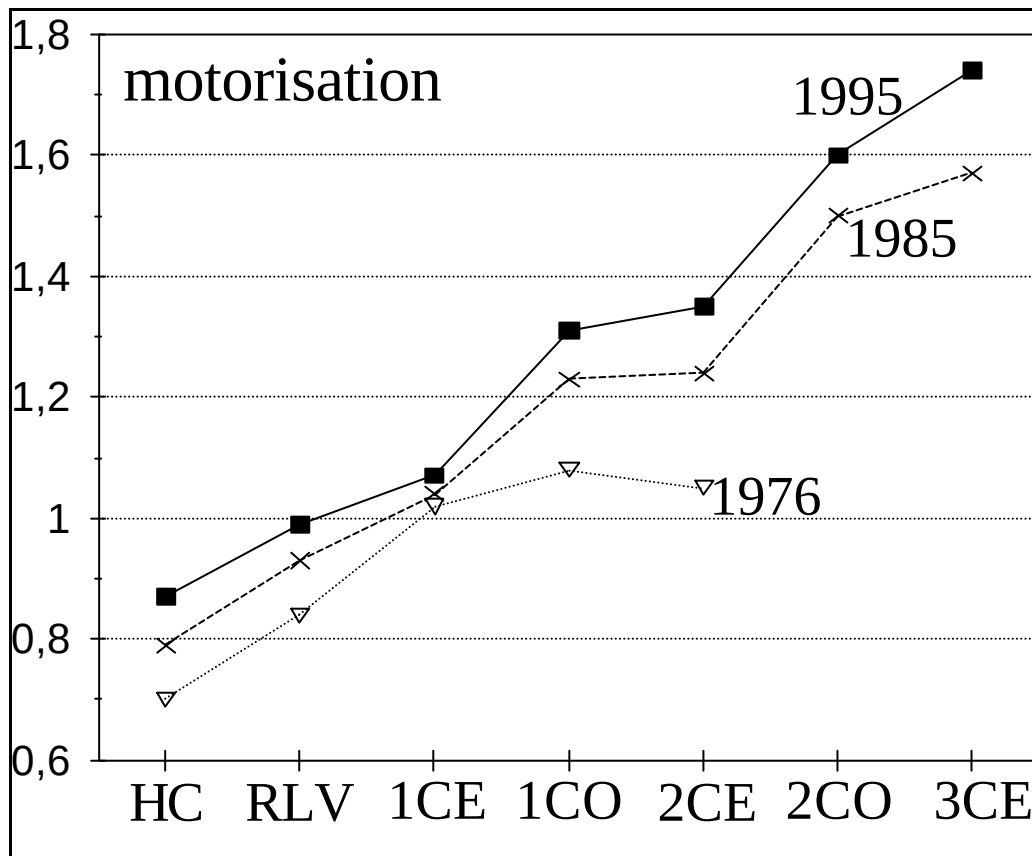
1.1 Evolution de la motorisation selon la zone de résidence

La motorisation peut être étudiée de plusieurs manières différentes : par le biais des taux d'équipement ou des taux de motorisation. Toutefois, notre objectif dans ce chapitre n'est pas de faire une analyse fine de la motorisation, mais plutôt de situer les principales évolutions tout en dégagant des pistes pour formaliser la séparation des effets de localisation, de motorisation, et des autres facteurs sur la répartition modale.

De ce fait, nous retenons tout d'abord comme indicateur de motorisation, la définition habituelle du taux de motorisation par ménage : nombre moyen de voitures par ménage. Les résultats en terme d'équipement (répartition des ménages selon le nombre de voitures du ménage) sont renvoyés en annexe 9. Dans cette première section, nous comptabilisons l'ensemble des véhicules possédés ou à disposition du ménage. Cette définition nous semble mieux correspondre que celle ne retenant que les véhicules possédés par les ménages, pour l'étude de la répartition modale.

La motorisation augmente fortement à mesure que l'on s'éloigne du centre (graphique 13). La différence est particulièrement forte pour les enquêtes de 1985 et 1995, avec une motorisation pour la zone 3CE deux fois plus importante que celle de la zone HC.

Parallèlement, on observe une croissance de la motorisation dans le temps. En moyenne, cette croissance est de 13 % entre 1976 et 1985 et de 5 à 6 % (selon le périmètre) entre 1985 et 1995. Ce taux de croissance est presque uniforme sur toutes les zones (à l'exception de 1CE). Ainsi, malgré l'amélioration des transports collectifs, les difficultés de circulation et de stationnement dans l'hypercentre de Lyon, le taux de croissance est analogue à celui des zones les plus périphériques. Ce résultat n'est guère encourageant pour l'usage des transports collectifs. Seule la zone 1CE se démarque avec une croissance très faible (1 % entre 1976 et 1985 et 3 % entre 1985 et 1995) illustrant probablement la relative paupérisation de ce secteur, comparativement au reste de l'agglomération.

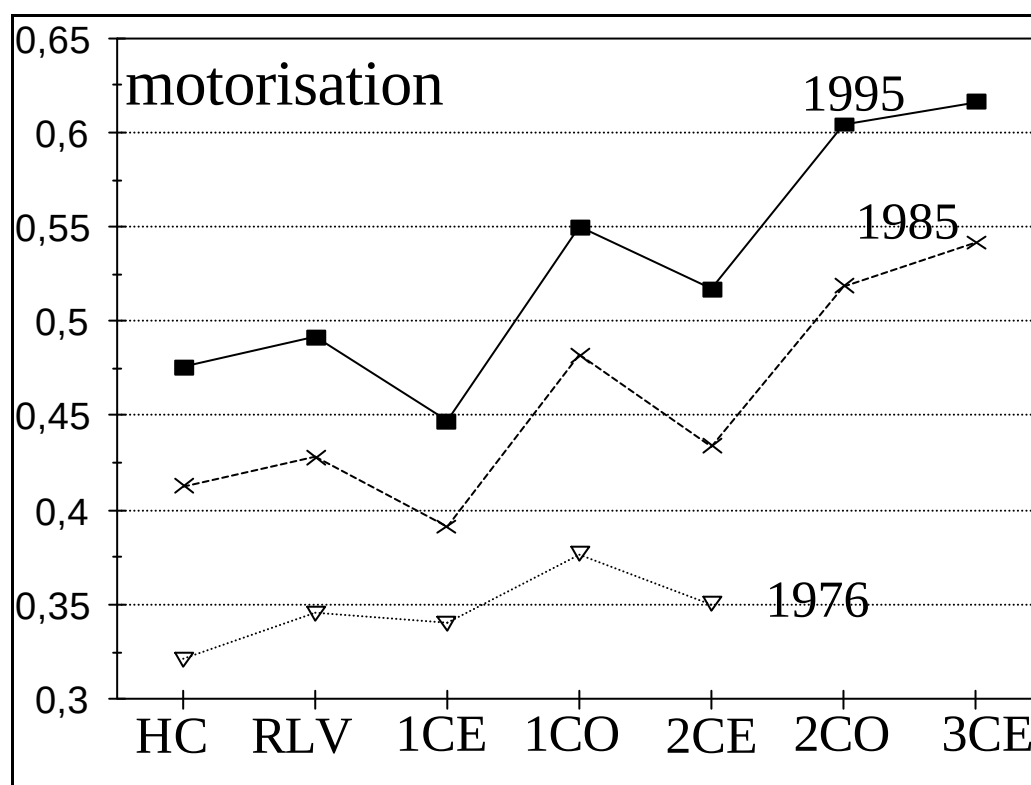


Graphique 13 : Evolution de la motorisation des ménages selon la zone de résidence

Cette caractérisation de la motorisation des ménages est toutefois insuffisante pour préciser l'accès réel des individus à l'automobile. En effet, la taille des ménages n'est généralement pas uniforme dans l'espace. De ce fait, le nombre de personnes susceptibles d'utiliser un véhicule dans le ménage est généralement plus important en périphérie par rapport au centre. Nous avons donc défini deux autres mesures de la motorisation qui sont cette fois-ci individuelles. Dans la première, la motorisation de chacun des individus du ménage est définie par le rapport entre le nombre de voitures du ménage et le nombre de personnes enquêtées du ménage. Nous la nommons *motorisation individuelle*. Nous avons préféré retenir le nombre de personnes enquêtées plutôt que le nombre de personnes, car les personnes non enquêtées sont fréquemment absentes une partie de la semaine. Cette définition exclut donc automatiquement tous les individus de moins de 5 ans qui ne sont pas enquêtés. Dans la seconde définition, que nous nommons : *motorisation individuelle des plus de 18 ans*, la motorisation de chacun des individus du ménage est définie par le rapport entre le

nombre de voitures du ménage et le nombre d'individus de 18 ans et plus du ménage. Cette définition est utilisée aussi pour les personnes de moins de 18 ans. Elle traduit non pas un accès à la voiture en tant que conducteur, mais la plus grande propension à utiliser la voiture en tant que passager.

Nous aurions pu établir des définitions plus précises pour qualifier l'accès réel des individus à la voiture par exemple en calculant un ratio sur le nombre d'individus disposant d'un permis de conduire ou encore à partir de règles d'affectation des véhicules au sein du ménage (aux actifs avant les inactifs, aux personnes de sexe masculin avant les personnes de sexe féminin, à partir des utilisateurs effectifs de la voiture le jour de l'enquête). Nous avons toutefois préféré nous limiter à des définitions facilement transférables s'appuyant sur des données habituellement disponibles tant en situation de référence qu'en situation de prévision.

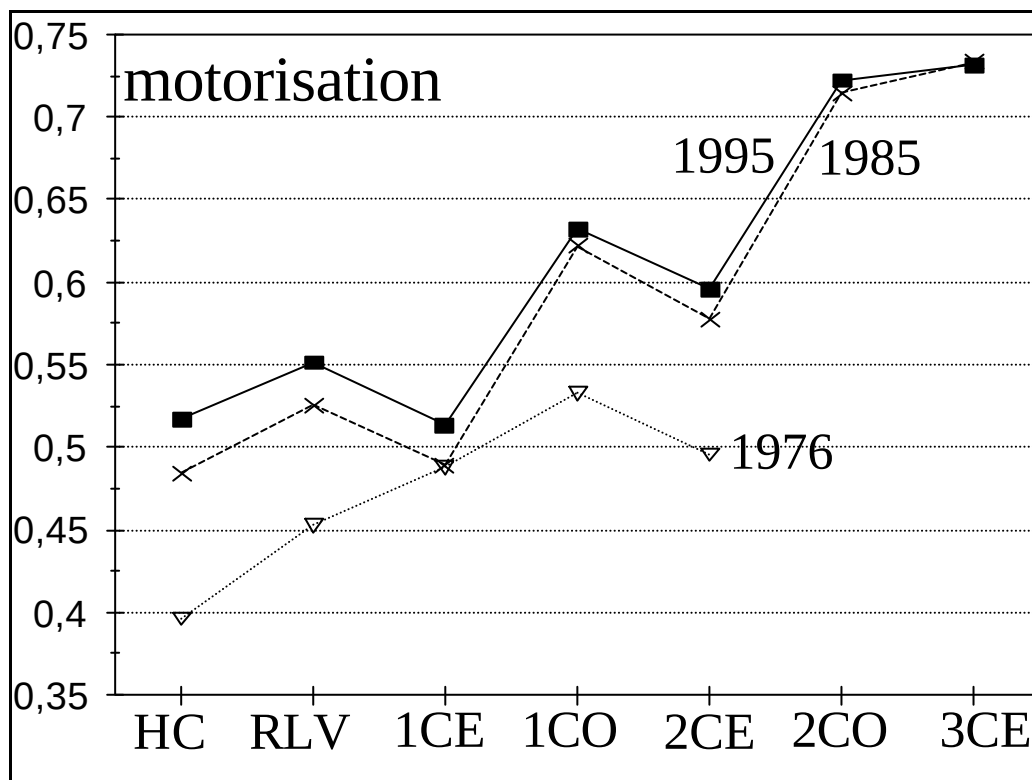


Graphique 14 : Evolution de la motorisation individuelle selon la zone de résidence

Le changement de définition de la motorisation (graphique 14) modifie assez nettement les résultats. La différenciation entre les zones centrales et la périphérie est fortement atténuée, même si elle subsiste (en 1995, le rapport de la motorisation individuelle de la zone 3CE sur celle de la zone la plus centrale n'est plus que de 1,3 au lieu de 2 pour la motorisation des ménages). Ce résultat découle directement de la croissance de la taille des ménages entre la zone la plus centrale et la périphérie (Cf. annexe 8). De même, la diminution continue de la taille des ménages entre 1976 et 1995 contribue à un renforcement important de la croissance du taux de motorisation d'une enquête sur l'autre. Pour la même raison, l'absence de croissance de la motorisation des ménages de la zone 1CE doit être relativisée, du fait d'une diminution plus importante de la taille des ménages, qui était plus importante que celle des autres zones en 1976. Par contre, la différence entre l'Est et l'Ouest subsiste et même s'amplifie.

La troisième définition offre encore un nouveau visage de la motorisation. Avec la prise en compte du nombre d'individus de 18 ans et plus, donc en âge de conduire, la différenciation spatiale est quelque peu réaffirmée. La motorisation est de nouveau plus élevée dans les zones périphériques. La différence entre les banlieues Est et Ouest subsiste également. Mais la principale différence réside dans l'évolution temporelle de la motorisation. Si la croissance reste très soutenue (sauf pour 1CE) entre 1976 et 1985, elle disparaît presque complètement dans la décade suivante. Seule une légère progression subsiste dans le centre pour disparaître progressivement à mesure que l'on s'éloigne en banlieue.

Ce dernier résultat est quelque peu à contre courant des analyses faites le plus souvent. Il illustre la complexité du problème et la multiplicité des facteurs devant être pris en compte lorsque l'on souhaite analyser la motorisation et plus globalement la mobilité. Pour la suite de notre travail, il sera donc nécessaire de mesurer l'incidence de la définition de la motorisation sur les résultats.



Graphique 15 : Evolution de la motorisation individuelle des plus de 18 ans selon la zone de résidence

Nous n'analysons pas précisément les causes de ces évolutions qui sont sûrement multiples. On peut en revanche, souligner la forte corrélation entre motorisation et localisation. De plus, sans parler de causalité dans un sens ou dans l'autre, il n'est pas exclu qu'il y ait un lien entre la croissance de la motorisation dans chacune des zones et l'éclatement des flux.

De ce fait, il est évident qu'il n'est pas possible de postuler l'indépendance entre les effets de localisation et les effets de motorisation sur l'évolution de la répartition modale. Cette hypothèse étant nécessaire pour pouvoir séparer ces effets, il nous faut la reformuler. Compte tenu de ces

résultats, nous pourrions mener l'analyse par zone de résidence. Toutefois, il nous semble que la relation entre localisation des déplacements et motorisation continue à subsister. Nous pensons, de nouveau sans chercher à établir de relation de causalité, que la motorisation d'un ménage dans une zone donnée est probablement corrélée à la localisation des flux de ses membres. Une analyse fine des déplacements permettrait probablement de le démontrer. Toutefois, cette démonstration ne nous semble pas indispensable, un excès de précaution n'étant jamais nuisible au respect des hypothèses d'indépendance entre facteurs.

Cette hypothèse de corrélation entre localisation des flux et motorisation, nous amène à proposer une formulation, inédite à notre connaissance, de la motorisation, que nous précisons dans la sous section suivante.

1.2 Une formulation de la motorisation associée à la structure spatiale des flux

Notre objectif de séparation des effets de localisation et de motorisation, nous amène à proposer une formulation de la motorisation qui permet de poser l'hypothèse d'indépendance des effets de l'évolution de ces deux facteurs sur l'évolution de la répartition modale. Comme nous postulons une corrélation entre motorisation et localisation des flux, nous devons trouver une formulation de la motorisation qui intègre cette structure spatiale, pour d'une certaine manière s'en affranchir.

Pour cela, nous posons une définition de la motorisation non plus au niveau du ménage ou de l'individu ou encore de la zone, mais au niveau de l'origine-destination. Nous transposons les attributs du ménage (ou de l'individu) ou de la zone de résidence du ménage (ou de l'individu) au niveau du déplacement. C'est-à-dire que nous définissons un niveau de motorisation du déplacement calculé soit à partir des caractéristiques de la zone de résidence de l'individu réalisant le déplacement, soit à partir des caractéristiques du ménage (ou de l'individu). Nous précisons tout d'abord les deux méthodes de calcul avant de préciser l'intérêt et les limites de ces méthodes.

La première méthode est fondée sur les taux de motorisation par zone de résidence. Pour chaque origine-destination, nous avons associé aux déplacements considérés les zones de résidence des individus correspondants. Le taux moyen de motorisation de chaque zone de résidence est alors appliqué à chaque déplacement. Cela nous permet de calculer un indicateur de motorisation pour une origine-destination en faisant la moyenne des taux de motorisation attribués à chaque déplacement. La formulation mathématique devient :

nous considérons un flux de i vers j ;

soit x_{ijk} le nombre de déplacements effectués par des individus résidant dans la zone k entre i et j ;

soit t_k le taux de motorisation moyen de la zone k

la motorisation associée aux déplacements de i vers j est alors : $m_{ij} = \frac{\sum_k x_{ijk} * t_k}{\sum_k x_{ijk}}$

Nous calculons en fait six indices de motorisation

- le premier s'appuie sur notre première définition de la motorisation du ménage : nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage. Le taux de motorisation moyen de la zone k , t_k

est alors obtenu par la formule suivante : $t_k = \frac{\sum_{l=1}^{N_k} m_l}{N_k}$ où m_l est la motorisation du ménage l appartenant à la zone k et N_k le nombre total de ménages de la zone k ;

- le second correspond à la définition de motorisation individuelle : nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage / nombre de personnes enquêtées du ménage. Le taux de

motorisation moyen de la zone k , t_k est alors obtenu par la formule suivante : $t_k = \frac{\sum_{l=1}^{N_k} m_l}{N_k}$ où m_l est la motorisation individuelle de l'individu résidant dans la zone k et N_k le nombre total d'individus enquêtés de la zone k ;

- le troisième répond à la définition de la motorisation individuelle des plus de 18 ans : nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage sur nombre de personnes enquêtées de 18 ans et plus du ménage. Le taux de motorisation moyen de la zone k , t_k est alors obtenu par la

formule suivante : $t_k = \frac{\sum_{l=1}^{N_k} m_l}{N_k}$ où m_l est la motorisation individuelle des plus de 18 ans pour chacun des individus (y compris les moins de 18 ans) résidant dans la zone k et N_k le nombre total d'individus enquêtés de la zone k ;

- enfin, nous reprenons ces mêmes définitions en ne considérant que les seules voitures possédées par le ménage à l'exclusion de celles qui sont mises à sa disposition, car il n'en possède pas toujours un usage totalement libre.

La deuxième méthode est fondée sur l'équipement automobile des ménages (en distinguant de nouveau nombre de voitures possédées ou à disposition et uniquement nombre de voitures possédées). Pour chaque origine-destination, nous avons associé aux déplacements considérés le nombre de voitures du ménage auquel appartient l'individu réalisant le déplacement. La moyenne de ces nombres de voitures sur l'ensemble des déplacements d'une origine-destination permet de calculer un indicateur de motorisation de l'origine-destination. La formulation mathématique devient : nous considérons un flux de i vers j ;

soit t_k le nombre de voitures du ménage réalisant le déplacement k sur l'origine-destination i/j ;

soit N_{ij} , le nombre de déplacements de l'origine-destination i/j .

La motorisation associée aux déplacements de i vers j est alors : $m_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{N_{ij}} t_k}{N_{ij}}$

Comme pour la première méthode, nous retenons six indices d'équipement automobile en différenciant les voitures possédées et à disposition des seules voitures possédées et en retenant les trois définitions de la motorisation :

- motorisation du ménage : t_k = nombre de voitures du ménage ;
- motorisation individuelle : t_k = nombre de voitures du ménage/nombre de personnes enquêtées du ménage ;
- motorisation individuelle des plus de 18 ans : t_k = nombre de voitures du ménage/nombre de personnes de 18 ans et plus enquêtées du ménage ;

La seconde méthode est a priori plus précise pour représenter la motorisation moyenne des individus réalisant les déplacements sur une origine-destination. Nous avons toutefois conservé les deux méthodes, car la première peut être utilisée, même en l'absence d'information sur la motorisation des ménages. Il suffit de disposer d'un niveau de motorisation pour chacune des zones de résidence du découpage utilisé et de la répartition des zones de résidence des individus effectuant les déplacements sur chaque origine-destination.

Pour simplifier le calcul, nous pouvons nous contenter d'une moyenne (éventuellement pondérée) entre les motorisations des zones origine et destination. Cette méthode présente l'avantage de pouvoir calculer une motorisation du couple i/j , même en l'absence d'information sur les individus réalisant ces origines-destinations. Toutefois, elle présente l'inconvénient de ne pouvoir être appliquée pour les déplacements sortant du périmètre d'enquête. Tout le calcul doit alors être limité aux déplacements internes aux périmètres d'enquête, y compris pour l'identification des effets de localisation pour des raisons évidentes de cohérence.

Il est clair que l'ensemble de ces méthodes de calcul fournissent des taux de motorisation qu'il faut interpréter avec prudence. En effet, ils ne correspondent pas à des définitions classiques. Ils conduisent, d'une certaine manière, à pondérer les niveaux de motorisation individuels par la mobilité de chaque individu. Les personnes motorisées ayant tendance à se déplacer davantage, nos indicateurs produisent donc des taux de motorisation plus élevés que ceux que nous avons l'habitude d'observer.

Pour faciliter la rédaction, nous baptisons le taux de motorisation obtenu à partir de la première méthode fondée sur la motorisation moyenne de chaque zone de résidence de *motorisation zonale spatialisée*. Celui obtenu à partir de la seconde méthode fondée sur le taux d'équipement des ménages ou des individus, de *motorisation individuelle spatialisée*.

1.3 Analyse de la motorisation des déplacements

Sous ce titre générique, nous englobons les deux méthodes de calcul. Les matrices de motorisation produites selon les deux méthodes de calcul sont reportées en annexes 10 et 11. Elles ne sont données que pour la motorisation individuelle des plus de 18 ans calculée à partir des voitures possédées et à disposition du ménage. De plus, ces matrices ont été obtenues en ne prenant en compte que les déplacements réalisés en voiture particulière ou en transports collectifs.

1.3.1 La motorisation zonale spatialisée

Le mode de calcul des motorisations conduit à une motorisation moyenne sur l'ensemble des déplacements (TC+VP) très légèrement supérieure à la motorisation individuelle des plus de 18 ans. Elle a de plus tendance à réduire les écarts entre le centre et la périphérie, même si globalement on retrouve les niveaux de motorisation individuelle des plus de 18 ans pour les déplacements internes aux zones. La motorisation zonale spatialisée reste malgré tout croissante à mesure que l'une ou les deux extrémités des déplacements s'éloignent du centre.

On observe une tendance analogue pour les autres définitions de la motorisation zonale spatialisée à partir de la motorisation des ménages ou de la motorisation individuelle que ce soit à partir des seules voitures possédées ou en incluant les voitures à disposition.

En évolution, la croissance de la motorisation zonale spatialisée est très forte entre 1976 et 1985 (+ 15 %) et beaucoup plus mesurée ensuite (+4 %). Curieusement, la croissance est globalement plus forte sur les flux centraux que sur les flux radiaux et surtout périphériques. On observe même des taux négatifs pour plusieurs flux en échange avec les deux zones les plus périphériques et avec la zone externe au périmètre d'enquête entre 1985 et 1995. De nouveau, les évolutions sont très similaires quelle que soit la définition de la motorisation.

1.3.2. La motorisation individuelle spatialisée

Ce mode de calcul de la motorisation s'appuyant sur la motorisation des individus et non plus sur une motorisation moyenne de la zone de résidence fournit des niveaux de motorisation plus élevés. Ce résultat est assez logique. Il traduit le fait que les personnes motorisées ont globalement tendance à se déplacer davantage en modes motorisés. L'analyse des matrices de motorisation individuelle spatialisée obtenues à partir de l'ensemble des déplacements (et non pas seulement sur les déplacements (TC+VP)) met effectivement en évidence une motorisation plus faible en moyenne pour les trois enquêtes.

Sinon, la structure de la matrice est globalement comparable avec une motorisation qui s'accroît au fur et à mesure que l'une ou les deux extrémités sont situées en périphérie. Toutefois, comme pour la motorisation zonale spatialisée, l'ampleur des écarts est moindre que pour la motorisation individuelle des plus de 18 ans.

En évolution, la première décade reste marquée par une croissance (+ 9,2 % en moyenne) plus soutenue que la seconde (+1 % en moyenne). De plus celles-ci sont plus faibles que pour la motorisation zonale spatialisée.

Comme pour la motorisation zonale spatialisée, les évolutions de motorisation sont très proches quelle que soit la définition retenue pour la motorisation individuelle ou du ménage. Ainsi, même si les niveaux de motorisation sont très différents selon la définition et si les structures spatiales des motorisations individuelles ou des ménages sont également assez différentes, on observe globalement une relative stabilité des tendances d'évolution quelle que soit la définition de la motorisation tant pour la motorisation zonale spatialisée que pour la motorisation individuelle spatialisée. Ce constat devrait donc conduire à des résultats similaires lors de la décomposition de l'effet dû à l'évolution de la motorisation.

2 Quantification de la contribution des changements de motorisation aux changements de répartition modale : méthodologie d'analyse

Le principe mathématique retenu pour la décomposition des effets est identique à celui présenté dans le chapitre précédent.

La première difficulté d'application de ce principe réside dans la difficulté à trouver une formulation de la motorisation qui puisse faire abstraction de la localisation des flux, tout en sachant que motorisation et localisation sont fortement corrélées. Nous l'avons résolu en proposant une formulation de la motorisation au niveau de chacune des origines-destinations des déplacements. Encore une fois, il ne s'agit pas de dire que motorisation et localisation ne sont pas corrélées. L'analyse des matrices de motorisation dans la section précédente prouve le contraire. Nous voulons plutôt obtenir une formulation qui permette de séparer les évolutions des localisations, des évolutions de la motorisation. La formulation retenue, que ce soit la motorisation zonale spatialisée ou la motorisation individuelle spatialisée, répond à cet objectif. Nous pouvons ainsi au niveau de chacune des origines-destinations identifier une évolution de la motorisation à localisation constante.

La seconde difficulté tient à la formulation de la part de marché des transports collectifs en fonction de la motorisation au niveau de chacune des origines-destinations. Il nous faut trouver une formulation faisant apparaître la motorisation d'une part et l'ensemble des autres facteurs (autres que la localisation qui intervient par la matrice des poids de chaque origine-destination). De plus cette formulation doit nous permettre de faire varier ces deux termes indépendamment l'un de l'autre. Nous exposons tout d'abord le principe mathématique de décomposition des effets (section 2.1). Nous pouvons ensuite développer différentes formulations de la part de marché en fonction de la motorisation et des autres facteurs (section 2.2). Enfin, nous présentons la matrice des autres facteurs (section 2.3).

2.1 Principe mathématique de décomposition des effets

La formulation générale reste identique à celle développée dans le chapitre précédent. Il nous faut donc exprimer la part de marché des transports collectifs en fonction de trois termes :

- facteur localisation, qui est représenté par la matrice du poids de chaque couple origine-destination parmi l'ensemble des déplacements (TC+VP) : l_{ij} ;
- facteur motorisation, qui est représenté par une des matrices que nous avons présentée dans la section précédente (matrice des motorisations zonales spatialisées ou des motorisations individuelles spatialisées) : m_{ij} ;
- ensemble des autres facteurs, que nous notons par la suite : a_{ij} ;

Pour pouvoir reprendre la décomposition des effets, nous proposons une formulation multiplicative de ces trois facteurs pour exprimer la part de marché des transports collectifs, soit :

$$P_{TC} = \sum_{ij} f(l_{ij}) * g(m_{ij}) * h(a_{ij})$$

où P_{TC} est la part de marché des transports collectifs sur l'ensemble des déplacements (TC+VP) et f , g , h trois fonctions des localisations, motorisations et autres facteurs.

Pour la suite de l'étude, nous prenons les conventions suivantes pour simplifier les notations :

- $l_1 m_1 a_1 = \sum_{ij} f(l_{ij1}) * g(m_{ij1}) * h(a_{ij1})$ où 1 désigne la situation correspondant à l'une des enquêtes ;

- $l_1 m_2 a_1 = \sum_{ij} f(l_{ij1}) * g(m_{ij2}) * h(a_{ij1})$ où 1 et 2 désignent deux situations correspondant à des enquêtes différentes ;
- et ainsi de suite en combinant les l_{ij} , m_{ij} et a_{ij} à des dates différentes.

La décomposition du rapport des parts modales globales entre deux dates 1 et 2 différentes, donne un taux global de variation absolue qui comprend plusieurs éléments :

$$\begin{aligned} \frac{P_{TC2}}{P_{TC1}} &= \frac{l_2 m_2 a_2}{l_1 m_1 a_1} = \frac{l_2 m_1 a_1}{l_1 m_1 a_1} \times \frac{l_1 m_2 a_1}{l_1 m_1 a_1} \times \frac{l_1 m_1 a_2}{l_1 m_1 a_1} \times \frac{(l_1 m_1 a_1) \times (l_2 m_2 a_1)}{(l_2 m_1 a_1) \times (l_1 m_2 a_1)} \times \frac{(l_1 m_1 a_1) \times (l_2 m_1 a_2)}{(l_2 m_1 a_1) \times (l_1 m_1 a_2)} \\ &\times \frac{(l_1 m_1 a_1) \times (l_1 m_2 a_2)}{(l_1 m_2 a_1) \times (l_1 m_1 a_2)} \times \frac{(l_2 m_2 a_2) \times (l_2 m_1 a_1) \times (l_1 m_2 a_1) \times (l_1 m_1 a_2)}{(l_1 m_1 a_1) \times (l_2 m_2 a_1) \times (l_2 m_1 a_2) \times (l_1 m_2 a_2)} \\ &= E(l_{ij}) \times E(m_{ij}) \times E(a_{ij}) \times E(l_{ij}, m_{ij}) \times E(l_{ij}, a_{ij}) \times E(m_{ij}, a_{ij}) \times E(l_{ij}, m_{ij}, a_{ij}) \end{aligned}$$

- où $E(l_{ij})$ désigne l'effet simple des localisations et est un taux de variation absolue obtenu en ne faisant varier que les poids l_{ij} de 1 à 2 en maintenant le reste constant ;
- $E(m_{ij})$ désigne l'effet simple des motorisations et est un taux de variation absolue obtenu en ne faisant varier que les motorisations entre les états 1 et 2 ;
- $E(a_{ij})$ désigne l'effet simple des facteurs a_{ij} et est un taux de variation absolue obtenu en ne faisant varier que les facteurs a_{ij} entre 1 et 2 ;
- $E(l_{ij}, m_{ij})$ désigne un effet double des localisations et des motorisations et est le rapport de deux taux de variation absolue (dans le premier les localisations varient de 2 à 1 avec les motorisations à l'état 1 ; dans le second les localisations varient de 1 à 2 avec les motorisations à l'état 2 ; dans les deux cas les a_{ij} sont à l'état 1) ;
- $E(l_{ij}, a_{ij})$ désigne un effet double des localisations et des facteurs a_{ij} et est le rapport de deux taux de variation absolue (dans le premier les localisations varient de 2 à 1 avec les facteurs a_{ij} à l'état 1 ; dans le second les localisations varient de 1 à 2 avec les facteurs a_{ij} à l'état 2 ; dans les deux cas les motorisations sont à l'état 1) ;
- $E(m_{ij}, a_{ij})$ désigne un effet double des motorisations et des facteurs a_{ij} et est le rapport de deux taux de variation absolue (dans le premier les motorisations varient de 2 à 1 avec les facteurs a_{ij} à l'état 1 ; dans le second les motorisations varient de 1 à 2 avec les facteurs a_{ij} à l'état 2 ; dans les deux cas les localisations sont à l'état 1) ;
- $E(l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})$ désigne un effet triple et est le rapport entre des taux de variation absolue où interviennent les variations des trois facteurs.

Chacun des trois facteurs intervient donc par un effet simple, deux effets doubles et un effet triple. Notre objectif étant d'isoler l'effet de chacun des trois facteurs, nous devons chercher à annuler les effets doubles et triple. Il faut pour cela proposer une formulation mathématique adéquate pour chacune des fonctions f , g et h liant la part de marché des transports collectifs aux localisations, motorisations et autres facteurs.

2.2 La relation part de marché des transports collectifs - motorisation

La fonction f des localisations a été déjà étudiée dans le chapitre précédent. La part de marché des transports collectifs s'écrit :

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

avec P_{ij} part de marché des transports collectifs sur la liaison i/j , qui s'écrit donc :

$$P_{ij} = g(m_{ij}) * h(a_{ij})$$

L'analyse des matrices de motorisation et des matrices de part de marché des transports collectifs met en évidence une certaine relation entre ces deux matrices. Les flux les plus centraux sont ceux où la part de marché des transports collectifs est la plus élevée et la motorisation la plus faible. A l'inverse, plus les extrémités du couple i/j s'éloignent du centre plus la part de marché des transports collectifs s'affaiblit et plus la motorisation s'accroît. Ainsi, logiquement le sens d'évolution de ces deux grandeurs est opposé.

2.2.1 Formulation linéaire

Une formulation simple consiste à proposer une relation linéaire entre la part de marché de la voiture particulière et la motorisation :

$$P_{ij} = 100 \% - P_{vpj} = 100 \% - (\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij})$$

$h(a_{ij})$ devient $(100 \% - P_{ij})/(\alpha * m_{ij} + \beta)$, ce qui nous permet de construire la matrice des autres facteurs.

La difficulté de cette formulation tient en la détermination des constantes α et β . En effet, comme nous ne connaissons pas la formulation de la fonction h qui tient compte de l'ensemble des autres facteurs, on peut tout aussi bien écrire :

$$\begin{aligned} P_{ij} &= 100 \% - (\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij}) = 100 \% - (m_{ij} + \beta/\alpha) * \alpha * h(a_{ij}) \\ &= 100 \% - (m_{ij} + cste) * h'(a_{ij}) \end{aligned}$$

Notre jeu d'hypothèses ne permet pas de distinguer les deux formulations qui conduisent aux mêmes résultats finaux, même si elles ne conduisent pas à la même matrice des autres facteurs. Il nous faut donc introduire une contrainte supplémentaire pour pouvoir lever cette indétermination, ou bien faire une hypothèse sur la valeur de la constante α . De même, nous ne connaissons pas a priori la valeur de la constante β , ce qui nécessite une seconde contrainte.

Pour simplifier, on peut choisir une constante β nulle. Toutefois, cette formulation est a priori moins pertinente. En effet, même avec une motorisation nulle, la part de marché des transports collectifs est généralement inférieure à 100 %. La voiture est alors utilisée en tant que passager. Inversement, même avec une motorisation très élevée, la part de marché des transports collectifs, au moins pour les flux les plus centraux, ne sera probablement jamais nulle.

Au-delà du problème de l'indétermination des constantes, cette première formulation présente deux limites :

- de pertinence tout d'abord. La formulation proposée s'avère un peu trop mécaniste. Il est probable que l'incidence d'une croissance de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs s'amenuise à mesure que la motorisation augmente. Une formulation exponentielle ou puissance serait à ce titre probablement plus adaptée ;
- de cohérence ensuite. La variation du facteur motorisation en maintenant constant les autres facteurs peut conduire à des parts de marché des transports collectifs négatives. L'analyse des données confirme d'ailleurs ce risque. En effet, sur certaines origines-destinations de périphérie, nous obtenons une part de marché nulle pour les transports collectifs en 1976 (et en 1985). La prise en compte des motorisations de 1985 (et de 1995) conduit le plus souvent à une hausse de la motorisation par rapport à 1976 (1985), le terme $m_2 \cdot a_1$ devient alors négatif.

Pour répondre à ces limites, nous proposons ensuite une formulation exponentielle.

2.2.2 Formulation exponentielle

La forme générale de la courbe exponentielle permet de répondre au problème de pertinence souligné précédemment. Plusieurs formulations peuvent être envisagées :

- la forme exponentielle peut être appliquée uniquement à la motorisation ou conjointement à la motorisation et aux autres facteurs ;
- le calcul peut porter sur la part de marché des transports collectifs ou bien de la voiture ;

Le croisement de ces deux options débouchent sur quatre formulations qui prennent alors la forme générale suivante :

$$1. P_{TCij} = \exp((\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij}))$$

Comme précédemment, ne connaissant pas la formulation de la fonction h , on peut tout aussi bien écrire :

$$P_{TCij} = \exp((\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij})) = \exp((m_{ij} + \beta/\alpha) * (\alpha * h(a_{ij}))) \\ = \exp((m_{ij} + cste) * h'(a_{ij}))$$

Les résultats finaux de la décomposition des effets seront identiques, même si bien sûr la matrice des autres facteurs diffère. Celle-ci est obtenue par la formule suivante : $h(a_{ij}) = \ln(P_{TCij})/(\alpha * m_{ij} + \beta)$ ou $h'(a_{ij}) = \ln(P_{TCij})/(m_{ij} + cste)$. La part de marché des transports collectifs variant entre 0 et 1, la matrice des a_{ij} est forcément négative.

En l'absence de contrainte supplémentaire, la constante reste toutefois indéterminée. Le choix de sa valeur dépend de l'importance de la part de marché de la voiture que l'on considère comme captive. Une constante nulle, signifie qu'à motorisation nulle la part de marché de la voiture est également nulle, alors qu'une constante égale à 1 donnera une part de marché de la voiture déjà élevée pour une motorisation nulle (la valeur obtenue dépend de la valeur de $h(a_{ij})$). A l'inverse, on peut imaginer une valeur négative (mais qui doit rester inférieure à la motorisation minimum pour éviter des divisions par 0 et surtout une inversion de signe de $h(a_{ij})$ et donc une croissance des parts de marché des transports collectifs lorsque la motorisation augmente), elle réduira l'attractivité de la voiture pour les faibles niveaux de motorisation, mais à l'inverse accélérera la chute des transports collectifs à mesure de la croissance de la motorisation.

2. $P_{VPij} = \exp(h(a_{ij}) / (\alpha * m_{ij} + \beta))$

On peut également écrire :

$$P_{VPij} = \exp(h(a_{ij}) / (\alpha * m_{ij} + \beta)) = P_{VPij} = \exp(\alpha * h(a_{ij}) / (m_{ij} + \beta/\alpha)) \\ = \exp(h'(a_{ij}) / (m_{ij} + cste))$$

On retrouve la même indétermination pour la constante, nécessitant l'introduction d'une contrainte supplémentaire ou la connaissance de la fonction h. La matrice des a_{ij} s'obtient par la formule suivante $a_{ij} = (\ln P_{VPij}) * (\alpha * m_{ij} + \beta)$ ou encore $(\ln P_{VPij}) * (m_{ij} + cste)$. Ses valeurs sont forcément toutes négatives car P_{VPij} varie entre 0 et 1.

Le rôle de la constante est similaire à celui de la formulation précédente.

Ces deux formulations sont relativement proches dans leur formulation. Elle diffèrent principalement par l'incidence de la valeur de la constante.

3. $P_{VPij} = h(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$

On peut également écrire :

$$P_{VPij} = h(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij} + \beta) = h(a_{ij}) * (b * \exp(\alpha * m_{ij})) = \beta * h(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij}) \\ = h'(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij})$$

La constante est toujours indéterminée, nécessitant l'introduction d'une contrainte supplémentaire ou la connaissance de la fonction h. La matrice des a_j s'obtient par la formule suivante $a_j = P_{VPij} / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$ ou encore $P_{VPij} / \exp(\alpha * m_{ij})$.

Si cette formulation répond a priori au problème de pertinence évoquée précédemment, en revanche elle ne satisfait pas au critère de cohérence. Une croissance de la motorisation peut effectivement conduire à des parts de marché de la voiture supérieure à 100 %.

4. $P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$

On peut également écrire :

$$P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta) = h(a_{ij}) / \beta * \exp(\alpha * m_{ij}) = \beta * h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij}) \\ = h'(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij})$$

La constante est toujours indéterminée, nécessitant l'introduction d'une contrainte supplémentaire ou la connaissance de la fonction h. La matrice des a_j s'obtient par la formule suivante $a_j = P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$ ou encore $P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij})$.

Cette formulation répond au critère de cohérence énoncé plus haut. Elle donne des résultats assez proches en terme de part de marché des deux premières formulations exponentielles.

Nous avons donc finalement trois formulations exponentielles répondant aux deux limites évoquées plus haut pour la formulation linéaire.

2.2.3 Formulation logit

Nous présentons une dernière formulation qui présente l'avantage de se présenter sous une forme un peu plus conventionnelle que les précédentes. En effet, la part de marché de la voiture ou des transports collectifs est fréquemment obtenue à l'aide d'une formulation logit.

Pour fonder la formulation que nous retenons, nous faisons un petit détour par la théorie de l'utilité. L'utilité d'un déplacement selon un mode particulier k, s'écrit alors sous la forme générique suivante :

$$U_k = V_k + \varepsilon_k = \sum_l (\alpha_{lk} X_{lk}) + \varepsilon_k$$

où U_k représente l'utilité du mode k pour un déplacement donné et un individu donné ;

V_k représente la partie « connue » ou calculée de l'utilité du mode k pour un déplacement donné et un individu donné ;

ε_k représente le vecteur d'erreur pour le mode k pour un déplacement donné et un individu donné ;

X_{lk} représente le vecteur des variables explicatives (attributs de l'individu ou du déplacement le plus souvent) de l'utilité du mode k pour un déplacement donné et un individu donné ;

α_{lk} représente le vecteur des coefficients appliqués aux variables explicatives et qui correspond aux inconnues devant être calées.

La motorisation est généralement considérée comme étant une des composantes de l'utilité du mode voiture ou transports collectifs pour un déplacement donné et un individu donné. On peut alors écrire :

$$V_{TCij} = \alpha_{1TC} * m_{ij} + \alpha_{2TC} * h(a_{ij})$$

Pour être plus précis en fait le terme $\alpha_2 * h(a_{ij})$ représente une somme de termes, mais nous simplifions ici la notation.

De la même manière on peut calculer l'utilité pour le mode voiture :

$$V_{VPij} = \alpha_{1VP} * m_{ij} + \alpha_{2VP} * h'(a_{ij})$$

En utilisant un logit, on en déduit :

$$P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{-\mu(V_{TCij} - V_{VPij})}}$$

où P_{TCij} est la part de marché des transports collectifs et μ une constante

Comme précédemment, on peut intégrer cette constante dans les coefficients de l'utilité. On obtient alors : $V_{TCij} - V_{VPij} = \alpha_{1TC} * m_{ij} + \alpha_{2TC} * h(a_{ij}) - \alpha_{1VP} * m_{ij} + \alpha_{2VP} * h'(a_{ij})$

$$= (\alpha_{1TC} - \alpha_{1VP}) * m_{ij} + \alpha_{2TC} * h(a_{ij}) - \alpha_{2VP} * h'(a_{ij})$$

que l'on peut encore écrire sous la forme :

$$\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij})) \text{ en intégrant les constantes dans la fonction } h''(a_{ij}).$$

$$\text{On obtient donc } P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij}))}}$$

La matrice des autres facteurs est obtenue par la formule suivante :

$$a_{ij} = \frac{\ln(\frac{1}{P_{TCij}} - 1)}{\alpha} - m_{ij}$$

Comme dans les formulations précédentes, la constante reste indéterminée. Elle est par contre de signe positif. En effet dans la formulation logit, on utilise une exponentielle négative de la différence

des utilités transports collectifs - voiture particulière. La différence des coefficients transports collectifs - voiture particulière est donc forcément négative.

2.3 Matrice des autres facteurs

L'interprétation de ces matrices est assez difficile dans la mesure où nous avons intégré plusieurs constantes dans leur formulation pour simplifier la présentation des formulations mathématiques liant la part de marché à la motorisation. De plus, ces matrices évoluent selon la valeur que nous retenons pour la constante restant dans la formulation de la part de marché de la voiture ou des transports collectifs. Il n'est donc pas possible de présenter l'ensemble de ces matrices pour chacune des formulations et différentes valeurs des constantes, d'autant plus qu'elles ont été calculées pour chacune des formulations de la motorisation. Nous aurions alors quelques centaines de matrices à exposer pour chacune des enquêtes et les deux périmètres d'enquête.

Nous limitons donc notre présentation à la matrice obtenue à partir de la formulation logistique, car elle nous apporte quelques enseignements sur l'utilité des autres facteurs et à une matrice obtenue à partir de la quatrième formulation exponentielle qui est la moins complexe à interpréter du fait de sa forme. Ne connaissant pas la formulation des autres facteurs, il ne nous est pas possible de caler les coefficients α . Pour chacune de ces matrices, nous avons, de ce fait, retenu un coefficient $\alpha = 1$. Bien évidemment elle évolue selon la valeur du coefficient α .

Nous présentons ces matrices en annexes 12 et 13 pour chacun des deux modes de calcul de la motorisation : motorisation zonale spatialisée et motorisation individuelle spatialisée. Toutefois, nous nous limitons au nombre de voitures possédées et à disposition par personne de plus de 18 ans.

2.3.1 Formulation logit

Les valeurs sont délicates à interpréter compte tenu de la manière dont nous avons traité les coefficients. Par contre, la comparaison des valeurs a un sens et surtout le signe de ces valeurs. En effet, le coefficient α étant positif, une valeur positive de a_j , signifie que la différence d'utilité des autres facteurs est favorable à la voiture particulière et à l'inverse que lorsque le signe est négatif, celle-ci est favorable aux transports collectifs.

En 1976, seule la valeur entre l'hypercentre et le reste de Lyon Villeurbanne est négative. En 1985, c'est l'ensemble des liaisons avec l'hypercentre (à l'exception de la zone externe au périmètre 76) qui sont dotées d'un signe négatif. Mais dès 1995, le reflux s'opère pour les zones les plus éloignées.

Assez logiquement, la valeur de a_j augmente à mesure que les extrémités des flux s'éloignent du centre. Entre 1976 et 1985, la décroissance du facteur est systématique (à l'exception de certains flux externes, mais les données ne sont pas toujours très fiables). Par contre en 1985 et 1995, on a globalement une inversion de tendance avec une croissance du facteur. Seuls les flux plus centraux résistent avec une relative stabilité.

Les résultats sont de même nature, que ce soit pour la motorisation zonale spatialisée ou pour la motorisation individuelle spatialisée. De plus, les variations du coefficient α changent la valeur des facteurs a_{ij} , mais ne modifient pas la structure générale des valeurs.

2.3.2 Formulation exponentielle

Nous retenons la quatrième formulation exponentielle : $a_{ij} = P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij})$, avec un coefficient $\alpha = 1$.

Compte tenu de la formulation, on observe logiquement une décroissance du facteur à mesure que les extrémités des flux s'éloignent du centre.

La formalisation mathématique étant en place, nous pouvons présenter les résultats de la décomposition des effets.

3 Décomposition des effets

Nous renvoyons en annexe 14 les résultats des calculs de parts de marché des transports collectifs issus de la combinaison des états 1 et 2 des matrices de localisation, de motorisation et des autres facteurs. La comparaison de ces parts de marché fournit simplement le reflet des évolutions de chacune des matrices, toutes choses égales par ailleurs.

Comme pour la section précédente, nous limitons notre présentation des résultats à deux formulations des parts de marché des transports collectifs : formulation logistique (tableaux 25 et 26) et dernière formulation exponentielle (tableaux 27 et 28), et à deux modes de calcul des matrices de motorisation : motorisation zonale spatialisée et motorisation individuelle spatialisée, obtenus à partir de la motorisation individuelle des plus de 18 ans pour les voitures possédées et à disposition. Pour chacune des formulations, nous retenons un coefficient $\alpha = 1$.

Conformément à notre objectif, les effets doubles et triples sont négligeables, quels que soient la formulation mathématique et le mode de calcul de la motorisation (tableaux 25 à 28). Pour les quantifier, nous avons construits deux indicateurs. Le premier « produit des effets doubles et triples » mesure la contribution totale de ces effets dans la décomposition. En effet, notre formulation de décomposition des effets est multiplicative et non additive. La contribution est systématiquement inférieure à 1 % et peut donc être négligée. Cet indicateur présente toutefois l'inconvénient de pouvoir masquer des effets qui se compenseraient. Nous avons donc construit l'indicateur « somme des effets doubles et triple » qui est en fait une somme des effets en valeur absolue (si l'effet est inférieur à 1, nous prenons la valeur absolue de l'effet - 1). La somme est également systématiquement inférieure à 1 %. Ces résultats attestent de la capacité de notre méthodologie à séparer les effets lorsque la formulation mathématique de calcul de la part de marché des transports collectifs est adéquate.

Quel que soit le tableau retenu, la contribution des évolutions de la matrice des motorisations est beaucoup plus faible entre 1985 et 1995, qu'entre 1976 et 1985. Elle peut même être considérée comme négligeable, entre 1985 et 1995, pour le mode de calcul de la motorisation selon la motorisation individuelle spatialisée. Ce résultat est intéressant, car la croissance de la motorisation

est souvent invoquée (parmi d'autres facteurs) pour expliquer la chute des transports collectifs entre 1985 et 1995, alors que d'après les résultats obtenus elle n'y aurait contribué que très marginalement. En revanche, entre 1976 et 1985 alors que la part de marché des transports collectifs a fortement progressé, la motorisation a joué en sens contraire.

Formulation logistique $P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij}))}}$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation individuelle spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédés et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,963	0,996	0,959	0,997
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,211	0,969	1,173	0,962
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,999	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,997	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,001	1,003	1,001
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0100	1,0082	1,0076	1,0071
produit des effets doubles et triples	1,0072	1,0081	0,9982	1,0071

Tableau 25 : Décomposition des effets, formulation logistique avec motorisation individuelle spatialisée des plus de 18 ans

Formulation logistique $P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij}))}}$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation zonale spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédés et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,951	0,984	0,934	0,984
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,227	0,982	1,203	0,976
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,999	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,997	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,000	1,005	1,000

Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0088	1,0079	1,0096	1,0065
produit des effets doubles et triples	1,0072	1,0072	1,0001	1,0061

Tableau 26 : Décomposition des effets, formulation logistique avec motorisation zonale spatialisée des plus de 18 ans

Formulation exponentielle $P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation individuelle spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédés et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,963	0,996	0,959	0,997
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,211	0,969	1,173	0,962
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,999	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,997	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,001	1,003	1,001
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0100	1,0082	1,0076	1,0071
produit des effets doubles et triples	1,0072	1,0081	0,9982	1,0071

Tableau 27 : Décomposition des effets, formulation exponentielle avec motorisation individuelle spatialisée des plus de 18 ans

Formulation exponentielle $P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$; $\mathbf{a} = 1$.

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation zonale spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédés et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,932	0,976	0,909	0,977
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,257	0,990	1,243	0,983
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	1,000	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,995	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0052	1,0077	1,0060	1,0066
produit des effets doubles et triples	1,0035	1,0070	0,9945	1,0060

Tableau 28 : Décomposition des effets, formulation exponentielle avec motorisation zonale spatialisée des plus de 18 ans

Entre 1976 et 1985, la croissance de la motorisation explique de 4 à 7 % de baisse de la part de marché des transports collectifs. Ce pourcentage est de 4 à 9 % entre 1976 et 1995. Ces chiffres doivent toutefois être pris avec prudence, car ils sont fonction de la valeur choisie pour la constante. En revanche, le positionnement des valeurs les unes par rapport aux autres restent identique, confirmant ainsi la robustesse de la méthode.

L'évolution de la matrice des autres facteurs est très favorable aux transports collectifs entre 1976 et 1985. Par contre, elle reste négative entre 1985 et 1995, malgré les efforts consentis dans l'agglomération lyonnaise pour accroître l'offre de transports collectifs.

3.1 Comparaison des formulations mathématiques de la part de marché des transports collectifs en fonction de la motorisation et des autres facteurs

Cette comparaison est menée sur les deux modes de calcul des motorisations retenus dans cette section. Les tableaux correspondants sont présentés en annexe 15.

Formulation linéaire : $P_{ij} = 100 \% - (\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij}) = 100 \% - (m_{ij} + cste) * h'(a_{ij})$; $cste=0$

La formulation linéaire conduit à des effets doubles et triples très importants. De plus, les effets de la motorisation entre 1976 et 1985 ou 1995 sont aberrants. Ce résultat découle très probablement des problèmes de cohérence qui conduisent à des parts de marché négatives pour les transports collectifs pour de nombreuses cellules des matrices m_2a_1 . Ce problème est presque absent

entre 1985 et 1995 du fait de la faible croissance de la motorisation entre ces deux dates. Mais cette fois, c'est probablement le problème de pertinence qui entre en jeu. La formulation linéaire ne correspond probablement pas à l'incidence de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs. Il est probable que celle-ci s'amenuise progressivement à mesure que la motorisation s'étend dans la population.

Formulation exponentielle : $P_{TCij} = \exp((\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij})) = \exp((m_{ij} + cste) * h'(a_{ij}))$; $cste=1$

La première formulation exponentielle répond au problème de cohérence, pourvu que la constante soit positive. Compte tenu du mode de calcul, les a_{ij} sont toujours négatifs. En appliquant la formule de calcul de la part de marché des transports collectifs, celle-ci varie entre 0 et une certaine valeur inférieure ou égale à 1 (qui dépend de la constante et de la valeur de a_{ij} à l'année de base). La constante exprime ainsi en quelque sorte le niveau de captivité à la voiture particulière. En effet pour une certaine valeur de a_{ij} sur une origine-destination donnée, la part de marché des transports collectifs ne pourra être supérieure à $\exp(cste * a_{ij})$ (valeur obtenue pour une motorisation nulle).

Pour une valeur nulle de la constante, $\exp(cste * a_{ij}) = 1$, on postule alors qu'il n'y a pas de captivité à la voiture et donc qu'une motorisation nulle entraîne une part de marché de la voiture nulle. En revanche, dès que la constante s'accroît, le marché captif de la voiture s'accroît lui aussi. A titre d'exemple, à matrice des autres facteurs constante, si la matrice des motorisations (obtenue à partir des motorisations individuelles spatialisées) est nulle, avec une constante égale à 1, la part de marché de la voiture (donc le marché pouvant être considéré comme captif de la voiture) varie de 45 % à 100 % ; avec une constante de 0,5, la part de marché de la voiture varie de 36 % à 100 % et avec une constante de 0,25 de 25 à 100 % (pour la matrice des motorisations zonales spatialisées, les chiffres les plus faibles doivent être majorés de 2 à 3 %).

La manière de poser le problème est évidemment assez théorique, car on envisage difficilement que la motorisation puisse s'annuler. En revanche, elle illustre une limite de cette formulation dans le cas où la motorisation viendrait à baisser sur certaines origines-destinations, car la part du marché captif de la voiture est trop importante sauf à prendre une constante proche de 0.

Lorsque la constante est nulle, les effets doubles et triples sont trop importants lorsque l'on considère l'année 1976 comme référence pour qu'ils puissent être considérés comme négligeables. Cette formulation avec une constante nulle n'est pas à même de permettre une décomposition des effets en trois effets simples.

Lorsque l'on accroît la valeur de la constante, tant la somme que le produit des effets doubles et triple diminuent. Pour une constante égale à 1 (Cf. annexe 15), le produit des effets doubles et triple est inférieur à 1 % pour chacun des cas, mais la somme varie de 0,7 à 1,5 %. Dans ce cas l'effet de l'évolution de la matrice des motorisations se situe entre celui obtenu pour la formulation logistique et celui de la dernière formulation exponentielle.

Cette formulation ne peut donc pas être utilisée pour des valeurs trop faibles de la constante afin de minimiser les effets doubles et triples. De plus, dans tous les cas, les résultats doivent être

examinés avec prudence dans le cas de forte diminution de la motorisation, car le marché captif de la voiture est a priori fortement surestimé.

Formulation exponentielle : $P_{VPij} = \exp(h(a_{ij}) / (\alpha * m_{ij} + \beta)) = \exp(h'(a_{ij}) / (m_{ij} + cste))$; $cste = 0,5$

Cette formulation exponentielle répond au problème de cohérence, pourvu que la constante soit positive. Compte du mode de calcul, les a_{ij} sont toujours négatifs, donc en appliquant la formule de calcul de part de marché des transports, celle-ci varie entre 0 et une certaine valeur inférieure ou égale à 1 (qui dépend de la constante et de la valeur de a_{ij} à l'année de base). La constante exprime ainsi en quelque sorte le niveau de captivité à la voiture particulière. En effet pour une certaine valeur de a_{ij} sur une origine-destination donnée, la part de marché des transports collectifs ne pourra être supérieure à $100 \% - \exp(a_{ij} / cste)$ (valeur obtenue pour une motorisation nulle).

Pour une valeur nulle de la constante et une motorisation qui tend vers 0, $\exp(a_{ij} / m_{ij} + cste) = 0$. La part de marché de la voiture est donc nulle. On postule alors qu'il n'y a pas de captivité à la voiture et donc qu'une motorisation nulle entraîne une part de marché nulle. En revanche, dès que la constante s'accroît, le marché captif de la voiture s'accroît lui aussi. A titre d'exemple, à matrice des autres facteurs constantes, si la matrice des motorisations (obtenue à partir des motorisations individuelles spatialisées) est nulle, avec une constante égale à 1, la part de marché de la voiture (donc le marché pouvant être considéré comme captif de la voiture) varie de 45 % à 100 % ; avec une constante de 0,5, la part de marché de la voiture varie de 35 % à 100 % et avec une constante de 0,25 de 20 à 100 % (pour la matrice des motorisations zonales spatialisées, les chiffres les plus faibles doivent être majorés de 3 à 4 %).

Comme pour la précédente formulation exponentielle, ce marché captif de la voiture est probablement excessif, pour des motorisations s'approchant de 0.

Lorsque la constante est nulle, les effets doubles et triples (Cf. annexe 15) sont moins importants que dans la formulation précédente, tout en restant supérieur à la formulation logistique.

Lorsque l'on accroît la valeur de la constante, tant la somme que le produit des effets doubles et triple diminuent. Pour une constante égale à 0,5, la somme et le produit des effets doubles et triple sont inférieurs à 1 % pour chacun des cas. L'effet motorisation diminue lui aussi à mesure que la constante augmente. Pour une constante de 0,5, l'effet de l'évolution de la matrice des motorisations se situe entre celui obtenu pour la formulation logistique et celui de la dernière formulation exponentielle. Pour une constante de 1, il devient nettement plus faible. A l'inverse, si la constante est nulle, cet effet devient supérieur à 12 % entre 1976 et 1985, ce qui est probablement trop important compte tenu de l'évolution de la matrice des motorisations.

La constante doit donc être choisie avec précaution, pour d'une part ne pas surestimer l'effet motorisation si la valeur choisie est trop faible et d'autre part ne pas surestimer la captivité à la voiture si la constante est trop importante. De plus, les résultats doivent être analysés avec prudence dans le cas d'une baisse importante de la motorisation.

Formulation exponentielle : $P_{VPij} = h(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij} + \beta) = h'(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij})$; $\alpha = 0,2$

Lorsque la constante est égale à 1, les effets doubles et triple sont trop importants pour que l'on puisse les négliger. De plus, l'effet motorisation est très important, probablement au-delà de

valeur crédible (diminution de la part de marché des transports de l'ordre de 20 % entre 1976 et 1985). De ce fait, nous avons retenu une constante plus faible de telle sorte que les résultats de l'effet motorisation soit proche de celui obtenu pour la formulation logistique. Nous obtenons ainsi une constante de 0,2.

Comme nous l'avons déjà indiqué, cette formulation conduit à des parts de marché des transports collectifs négatives pour la matrice m_1a_2 . Ce problème de cohérence explique probablement l'importance des effets doubles et triple, qui ne permettent pas de les négliger.

Nous devons de ce fait abandonner cette formulation.

Formulation exponentielle $P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta) = h'(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij}) ; \alpha = 1.$

Les résultats pour cette formulation ont déjà été présentés dans les tableaux 26 et 27, nous décrivons donc seulement les effets d'une variation de la constante.

Comme dans les formulations exceptionnelles précédentes, le choix de la constante permet de définir l'importance du marché captif de la voiture. Pour une constante très faible, le marché captif de la voiture est élevé. A mesure que cette constante s'accroît, le marché captif de la voiture diminue. Avec une constante de 0,25, il varie de 55 à 100 %, pour une constante de 0,5 de 48 à 100 % et pour une constante de 1 de 32 à 100 %. Le marché captif de la voiture reste donc encore trop important dans cette formulation. Par ailleurs, pour une constante supérieure à 1,3, on commence à voir apparaître des problèmes de cohérence, pour une motorisation nulle avec des parts de marché qui deviennent négatives sur certaines origines-destinations. Ce contexte correspond toutefois à une situation assez théorique peu en rapport avec la réalité. Il n'en reste pas moins que le choix de cette formulation impose une certaine prudence et nécessite un contrôle de la cohérence des données.

Par contre, quel que soit le choix de la constante, les effets doubles et triple restent inférieures à 1 %, permettant ainsi d'isoler chacun des effets simples. En ce qui concerne l'effet motorisation, il s'accroît avec la valeur de la constante. Pour une constante nulle, il est également nulle (effet = 1). Pour une constante de 0,5 l'effet motorisation, entre 1976 et 1985, vaut 0,973 pour la motorisation définie comme la motorisation individuelle spatialisée et 0,965 pour l'autre mode de calcul de la motorisation. Pour une constante de 1, les valeurs sont respectivement 0,948 et 0,932, et pour une constante de 2 : 0,899 et 0,868. Ces dernières valeurs sont probablement trop importantes, compte tenu de l'évolution des matrices de motorisation. En revanche, les valeurs de l'effet motorisation entre 1985 et 1995 restent toujours assez proche de 1, confirmant la faible incidence de la motorisation sur cette période, quelle que soit la valeur de la constante.

En conclusion, cette formulation permet de séparer correctement les effets simples quelle que soit la valeur de la constante. Toutefois, les valeurs de parts de marché des transports collectifs doivent être contrôlées pour les origines-destinations sur lesquelles la motorisation diminue. Le choix de la constante doit a priori être assez proche de 1, pour concilier un marché captif de la voiture pas trop important et un effet motorisation qui reste raisonnable.

Formulation logistique
$$P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij}))}} ; \alpha = 1.$$

La formulation logistique présente l'avantage de répondre tout à la fois aux problèmes de cohérence et de pertinence que posent certaines formulations.

La constante, comme dans les autres formulations traduit d'une certaine manière le degré de captivité à la voiture. Pour une constante égale à 1, le marché pouvant être considéré comme captif de la voiture (motorisation nulle) varie de 47 à 100 % pour la motorisation obtenue à partir des motorisations individuelles spatialisées et de 48 à 100 % pour la motorisation zonale spatialisée. Ces parts de marché sont très peu sensibles aux fluctuations de la constante. Comme pour les formulations précédentes, ces niveaux de captivité sont a priori trop élevés. Les résultats doivent donc être analysés avec une certaine prudence dans le cas de fortes baisses de la motorisation. Ces situations sont toutefois a priori peu probables, même sur une origine-destination particulière.

En revanche, la décomposition des effets est beaucoup plus sensible aux valeurs de la constante. Dès que celle-ci varie un peu autour de 1, les effets doubles et triples deviennent rapidement très importants. A titre d'exemple, pour la motorisation obtenue à partir des motorisations individuelles spatialisées, la somme des effets doubles et triple avec une constante de 1,1 est déjà supérieure à 7 % pour la variation entre 1976 et 1985 ; et pour une constante de 0,9 cette somme est supérieure à 10 %. Les résultats sont analogues pour l'autre définition de la motorisation. Les écarts plus importants autour de 1, amplifient encore les effets doubles et triple. De ce fait, la constante doit être proche de 1, pour que cette formulation puisse être retenue pour séparer les effets simples (la valeur optimale du point de vue de la minimisation de la somme des effets doubles et triple est de 1,001 pour la motorisation définie à partir des motorisations individuelles spatialisées et de 1,00002 pour l'autre définition de la motorisation. La valeur des effets est alors tout à fait similaire à celle présentée dans les tableaux 25 et 26).

Conclusions

Plusieurs formulations exponentielles et la formulation logistique permettent de séparer les effets simples, avec des effets doubles et triple qui restent très faibles. En revanche, ces formulations posent toutes le problème de la définition du marché captif de la voiture, dans le cas de très faible motorisation. Ce problème est toutefois assez théorique, dans la mesure où l'on observe systématiquement une croissance de la motorisation pour toutes les origines-destinations. Il nécessite toutefois une certaine prudence dans l'analyse des résultats si la motorisation venait à décroître sur certaines origines-destinations.

Pour chacune des formulations, on peut définir un intervalle de plausibilité pour la constante, en dehors duquel, la formulation doit a priori être écartée. Le choix de la valeur reste toutefois une limite de notre exercice, dans la mesure où les données utilisées ne permettent pas de déterminer la valeur de celle-ci.

Pour la suite de notre travail, nous retiendrons la formulation logistique dans la mesure où cette formulation est couramment retenue pour formuler la répartition entre les modes de transport. De

plus, cette formulation fournit des effets doubles et triple qui sont parmi les plus faibles (en se limitant au domaine de plausibilité des constantes pour chacune des formulations).

3.2 Comparaison des modes de calcul de la motorisation

Les tableaux reprenant les résultats de la décomposition des effets pour chacun des modes de calcul de la motorisation sont reportés en annexe 16.

Systématiquement, le mode de calcul des motorisations à partir des motorisations individuelles spatialisées conduit à un effet motorisation plus faible que celui fondé sur les motorisations zonales spatialisées. A priori, ce premier mode de calcul est plus précis, car pour chaque déplacement effectué en (VP+TC), il s'appuie sur l'équipement automobile de l'individu réalisant le déplacement. En revanche, le second mode de calcul retient la motorisation moyenne de la zone de résidence de l'individu réalisant le déplacement.

D'une manière générale, les effets doubles et triple sont plus importants pour le mode de calcul des motorisations s'appuyant sur la motorisation du ménage. Ils sont plus faibles pour le calcul des motorisations s'appuyant sur des motorisations individuelles, surtout lorsque le calcul est mené uniquement sur les personnes de plus de 18 ans. Ce résultat semble logique, car il permet de mieux mesurer l'accès réel (potentiel) à la voiture de chacun des individus du ménage. De plus, il permet d'intégrer d'une part la variation du nombre de personnes par ménage et d'autre part le nombre d'adultes par ménage. Sur le plan de l'effet motorisation, la relative absence d'effet observée entre 1985 et 1995 n'est valable que pour la motorisation individuelle des plus de 18 ans. Pour les autres définitions, l'effet est plus faible durant la seconde décade que durant la première, mais il reste non négligeable.

Enfin, globalement, les effets motorisation sont légèrement plus faibles lorsque l'on ne prend en compte que les véhicules possédés par les ménages.

Compte tenu de ces résultats, ne connaissant pas les « meilleures » valeurs de mesure de l'effet motorisation, nous préférons retenir la motorisation individuelle des plus de 18 ans en prenant en compte les voitures possédées et à disposition, qui nous semble mieux correspondre à une mesure de l'accès réel à la voiture. De plus, les effets doubles et triple sont généralement plus faibles dans ce cas. De même la motorisation individuelle spatialisée nous semble préférable car il permet d'appréhender la motorisation effective de chaque individu et non pas une valeur moyenne pour la zone de résidence.

Ces définitions posent toutefois un problème car elle nécessite l'accès à une information qui n'est pas toujours disponible dans les modélisations. La motorisation individuelle spatialisée impose une connaissance des motorisations de chaque individu ou tout au moins une répartition des individus par classe de motorisation. Un modèle catégoriel fondé sur la motorisation permet d'y répondre tout comme une modélisation désagrégée. Pour la motorisation zonale spatialisée, il faut connaître la répartition des zones de résidence des individus effectuant les déplacements sur chacune des origines-destinations. Seule l'approche désagrégée est alors susceptible de fournir l'information adéquate.

Ces modèles n'étant pas toujours développés, nous avons voulu tester une formulation beaucoup plus simple de la motorisation fondée simplement sur la moyenne des motorisations des zones origine et destination sans tenir compte de la répartition des zones de résidence des individus effectuant les déplacements.

3.3 Formulation simplifiée de la motorisation

L'avantage de cette formulation est de nécessiter seulement une information sur la motorisation des zones origine et destination des flux. Cette information est généralement disponible, dans la mesure où la motorisation est couramment utilisée comme variable explicative du partage entre la voiture et les transports collectifs. Par contre, cette information impose une réduction de l'espace considéré. Seuls les déplacements ayant une origine et une destination dans le périmètre d'enquête peuvent être considérés. Les déplacements pour partie, ou en totalité, externe au périmètre d'enquête ne peuvent donc pas être pris en compte dans notre analyse. Nous ne pouvons pas dans cette méthode leur attribuer un niveau de motorisation pour l'extrémité situé hors du périmètre d'enquête.

Nous avons repris l'ensemble de l'analyse en ne prenant en compte que les déplacements réalisés à l'intérieur du périmètre 76 ou 85. Pour ne pas alourdir davantage le rapport, nous ne présentons ici que le résultat final de cette analyse. De plus, seule la formulation logistique est retenue avec la motorisation individuelle des plus de 18 ans obtenue à partir des voitures possédées et à disposition du ménage.

En restreignant le périmètre d'analyse, la part de marché des transports collectifs augmente et de plus en évolution, les baisses sont atténuées et les hausses accentuées (Tableau 29). La prise en compte d'un périmètre plus restreint est donc favorable aux transports collectifs, du fait de la très forte domination de la voiture en lointaine périphérie.

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,160	0,916	1,063	0,889
Effet localisation l_{ij}	0,982	0,951	0,948	0,924
Effet motorisation m_{ij}	0,951	0,982	0,932	0,983
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,228	0,976	1,201	0,974
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	1,000	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,008	1,004	0,997	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,000	1,005	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0125	1,0045	1,0095	1,0058
produit des effets doubles et triple	1,0115	1,0042	1,0009	1,0056
Décomposition de l'effet localisation				
Couple domicile*travail				
Effet D/T (domicile*travail)	0,920	0,893	0,833	0,876
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,068	1,065	1,138	1,054

Couple domicile*travail + études				
Effet D/TE (domicile*travail + études)	0,919	0,921	0,858	0,901
Rapport coeff. de pente (effet autres activités)	1,069	1,033	1,105	1,026

Tableau 29 : Décomposition des effets, formulation logistique avec moyenne des motorisations individuelles des plus de 18 ans des zones origine et destination

Ce constat se retrouve dans l'effet localisation. Celui-ci est très fortement atténué par l'abandon des déplacements externes au périmètre d'enquête. Il est très faible entre 1976 et 1985 sur le périmètre 76 expliquant seulement 2 % de baisse de la part de marché des transports collectifs. Entre 1985 et 1995, cette baisse est portée à 5 % pour le périmètre 76 et 8 % pour le périmètre 85. La prise en compte de la matrice lieux de résidence * lieux de travail (+ études) amplifie fortement ces évolutions. Comme précédemment, elle n'est pas à même d'expliquer correctement l'effet localisation.

L'effet motorisation est par contre très proche de celui obtenu avec la motorisation zonale spatialisée des plus de 18 ans (voitures possédées + à disposition). Ce résultat est lui aussi assez logique traduisant la relative stabilité des évolutions des motorisations sur l'ensemble des périmètres étudiés.

Enfin, l'effet des autres facteurs est légèrement plus important. Même si cet effet rassemble des facteurs nombreux, il est probable que ce résultat illustre le fait que l'amélioration des transports collectifs concerne davantage le centre que la lointaine périphérie. Cet effet est particulièrement important entre 1976 et 1985 (et donc également entre 1976 et 1995). Par contre, il est très limité entre 1985 et 1995 quel que soit le périmètre. On retrouve un résultat déjà annoncé, à savoir que les investissements importants dans les transports collectifs ont semble-t-il porté leur fruit durant la première décennie, mais qu'ils ont été contrebalancés par d'autres évolutions (on peut penser notamment aux parkings dans l'hypercentre et aux améliorations d'infrastructures routières) durant la seconde décennie.

4 Conclusions

La méthodologie que nous avons développée nous a donc permis d'identifier un effet motorisation. En effet, les effets doubles et triple sont très faibles et peuvent donc être négligés au regard des effets simples de la localisation, de la motorisation et des autres facteurs. L'intérêt de la méthode que nous avons développée est d'avoir réussi à annuler les effets croisés lorsque deux (ou trois) facteurs évoluent en même temps. Nous sommes ainsi capable de résumer la totalité de l'évolution de la répartition modale en une somme de trois évolutions simples « effet localisation », « effet motorisation », « effet des autres facteurs ».

Compte tenu de cette formulation, il nous semble nécessaire de revenir sur ce que nous appelons effet. Par exemple pour la motorisation, la mesure que nous avons réalisée traduit la relation entre l'évolution de la motorisation telle que nous l'avons définie sur chacune des origines-destinations et la part de marché des transports collectifs. Une autre définition de la motorisation

donnerait très probablement des résultats différents. Par simplification, nous l'avons baptisée effet motorisation. De plus, ce que nous mesurons est une relation « directe » entre l'évolution de la motorisation et l'évolution de la part de marché des transports collectifs. Il est clair, qu'il peut y avoir également des « effets indirects ». La motorisation peut « entraîner » à plus long terme des changements de localisation qui peuvent à leur tour « entraîner » des changements de modes. De même la motorisation peut « entraîner » des évolutions sur d'autres facteurs qui peuvent à leur tour « entraîner » des évolutions dans l'usage des modes. A l'inverse d'autres évolutions peuvent « entraîner » une motorisation. Il est en effet bien souvent difficile, voire impossible d'établir des relations de causalité directe entre les phénomènes expliquant le choix du mode de transport. Au contraire, nous préférons y voir des conjonctions de facteurs se renforçant ou s'annulant mutuellement. Le terme d'effet est donc impropre, mais il est utilisé par facilité de langage pour traduire la relation entre les deux grandeurs étudiées.

Selon les formulations utilisées et les définitions de la motorisation, l'effet direct de la motorisation explique une baisse de 4 à 7 % la part de marché des transports collectifs durant la première décade. Par contre, l'incidence est beaucoup plus réduite durant la seconde décade. Elle oscille de 0 à 4 %. Le résultat reste incertain dans la mesure où les données utilisées ne permettent pas de déterminer précisément la formulation de la part de marché des transports collectifs en fonction de la motorisation et qu'il nous faut donc faire une hypothèse sur la valeur d'une constante.

Parmi l'ensemble des formulations de la part de marché des transports collectifs en fonction de la motorisation et des autres facteurs pour chacune des origines-destinations, la formulation logistique nous semble préférable. Les résultats fournis par cette formulation sont assez proches de ceux obtenus avec certaines formulations exponentielles. Mais cette formulation repose une justification théorique plus solide. Il reste toutefois que dans le contexte lyonnais, le choix de la constante est très restreint pour garantir des effets doubles et triple suffisamment réduits. Par ailleurs pour l'ensemble des formulations, une certaine prudence doit être de mise dans l'analyse des résultats face à des contextes de réduction significatif de la motorisation sur certaines origines-destinations.

En ce qui concerne le mode de calcul de la motorisation, nous privilégions ce que nous avons appelé la motorisation individuelle spatialisée des plus de 18 ans qui permet de s'appuyer sur l'accès réel (potentiel) à la voiture de chaque individu réalisant un déplacement. De même, il nous semble préférable de retenir à la fois les voitures possédées et à disposition, même si cette seconde catégorie ne permet pas toujours un usage aussi libre du véhicule que celui effectivement possédé par le ménage.

CONCLUSIONS

Nous avons donc pu isoler des effets localisation et motorisation grâce à la méthodologie que nous avons développée. Celle-ci repose sur une décomposition des effets grâce à une formulation adéquate de la part de marché des transports collectifs en fonction de la localisation des origines-destinations des déplacements et d'une formulation originale de la motorisation associée à chaque déplacement. L'intérêt de notre méthodologie est d'avoir réussi à supprimer les effets croisés entre les trois facteurs pris en compte : localisation, motorisation et autres facteurs. De ce fait, nous pouvons résumer l'évolution de la répartition modale au produit de trois effets simples liés à l'évolution des localisations, de la motorisation et des autres facteurs.

Avant de présenter les résultats obtenus sur l'agglomération lyonnaise pour ces trois effets, il nous semble utile de revenir sur l'interprétation que l'on peut donner de ces résultats. Tout d'abord, nous nous gardons bien d'interpréter ces résultats comme étant le signe d'une relation de causalité univoque. Le terme effet est en fait impropre, car il réfère à une relation de causalité que nous ne souhaitons pas aborder ici, car notre travail ne nous permet pas de traiter pleinement cette question. En revanche, nous mettons en évidence qu'une certaine évolution des localisations peut être reliée à une certaine évolution de la part de marché des transports collectifs et que l'on peut quantifier cette relation. La même constatation peut être faite pour la motorisation.

La seconde remarque a trait à l'indépendance entre les facteurs. Le résultat que nous produisons ne signifie pas que nos trois facteurs sont indépendants entre eux. L'évidence démontrerait facilement le contraire. Par contre, nous avons réussi à trouver une formulation qui permet de réduire (si ce n'est supprimer) la dépendance entre l'évolution des éléments que nous avons pris en compte.

Ceci nous amène à la dernière remarque. Ce que nous nommons « effet » motorisation, par exemple, est en fait un abus de langage. L'évolution de la motorisation peut avoir des incidences sur les choix de localisation qui sont alors inscrits dans notre étude comme effet localisation et non effet motorisation, tout comme les choix de localisation peuvent avoir une incidence sur la motorisation, sans parler des « autres facteurs ». Ce que nous nommons effet motorisation ne correspond donc pas forcément à la totalité des effets de la motorisation sur l'usage des modes. Mais encore une fois, nous ne nous intéressons pas aux relations de causalité éventuelles entre chacun de nos facteurs. Par contre, ce que nous établissons, c'est une quantification de la relation entre l'évolution de la matrice origines-destinations et l'évolution de la part de marché des transports collectifs. Tout comme nous quantifions la relation entre l'évolution de la matrice origines-destinations des motorisations et l'évolution de la part de marché des transports collectifs ; de même pour la matrice des autres facteurs. Et surtout l'évolution combinée de ces trois matrices signifie une évolution de la part de marché des transports collectifs égale au produit des trois relations, avec des relations croisées nulles. On peut exprimer ce résultat par la formulation mathématique suivante :

$$\Delta P_{TC} = f(\Delta \text{matrice localisation}) * g(\Delta \text{matrice motorisation}) * h(\Delta \text{matrice autres facteurs})$$

avec ΔP_{TC} : variation de la part de marché des transports collectifs entre deux dates

f, g, h trois fonctions indépendantes

C'est le résultat de ces trois fonctions que nous dénommons par facilité effet localisation, motorisation et autres facteurs, même s'il ne désigne en fait qu'une relation entre une certaine formulation de la localisation, de la motorisation ou des autres facteurs et la part de marché des transports collectifs.

Le principal intérêt de notre travail est donc d'avoir réussi à trouver une formulation mathématique de la part de marché des transports collectifs en fonction de nos trois facteurs qui permette d'avoir des effets doubles et triple négligeables au regard des effets simples et de pouvoir quantifier ces derniers.

La variation des localisations des origines-destinations des déplacements génère ainsi une baisse de 6 % de la part de marché des transports collectifs entre 1976 et 1985 et de 8 à 9 % entre 1985 et 1995 selon le périmètre. Sur 20 ans, on obtient ainsi une chute de 12 % sur le périmètre 1976. L'évolution des localisations des origines-destinations des déplacements a donc eu une influence négative sur la fréquentation des transports collectifs, contribuant à réduire les bénéfices attendus des investissements importants effectués sur ce mode de transport.

Si cet effet localisation a pu être identifié, en revanche notre hypothèse de lien étroit entre l'évolution de la matrice origines-destinations et celle des couples domicile*travail + (études) s'est avérée assez largement infirmée. Certes les tendances d'évolution des deux matrices vont dans le même sens d'une périphérisation des flux et d'une dissociation des origines et des destinations. Mais la matrice des couples résidence * lieux de travail (+ études) amplifie assez fortement les évolutions observées sur la matrice des déplacements.

La variation de la matrice des motorisations entraîne des évolutions plus modérées que celle des localisations. Selon les formulations utilisées et les définitions de la motorisation, la variation de la matrice des motorisations explique une baisse de 4 à 7 % de la part de marché des transports collectifs durant la première décade. Par contre, l'incidence est beaucoup plus réduite durant la seconde décade. Elle oscille de 0 à 4 %. Parmi l'ensemble des formulations mathématiques que nous avons testées, c'est la formulation logistique qui fournit les résultats les plus intéressants tout en étant la mieux fondée sur le plan théorique. Et parmi les définitions de la motorisation, nous privilégions la motorisation individuelle spatialisée des plus de 18 ans obtenue à l'aide des voitures possédées et à disposition (Cf. troisième chapitre, section 1.2) qui permet selon nous d'avoir la meilleure appréhension de l'accès réel à la voiture.

Enfin, si la variation de la matrice des autres facteurs a des effets très positifs sur la part de marché des transports collectifs entre 1976 et 1985, ce n'est plus du tout le cas entre 1985 et 1995, l'effet étant au mieux nul. Certes, les autres facteurs ne se résument pas à l'offre de transports collectifs, mais on peut penser que celle-ci doit y avoir sa place. Cette offre s'est pourtant accrue de manière similaire en terme de nombre de places-kilomètres offertes ou de kilomètres métro. Mais seule la première décade se traduit par un effet important des autres facteurs sur la part de marché des transports collectifs. Il se peut que l'impact n'ait pas été le même dans la mesure où l'offre métro représentait une innovation durant la première décade. Toutefois, il est également probable que d'autres éléments ont dû jouer un rôle inverse. A ce titre, on peut évoquer la politique de construction massive de places de stationnement dans l'hypercentre de Lyon au cours de la seconde décade et une amélioration significative de l'offre routière.

Ces résultats amènent à s'interroger sur la capacité à accroître la part de marché des transports collectifs en agissant uniquement sur les investissements en faveur des transports collectifs. Tout laisse à penser que les évolutions passées en matière de localisation et de motorisation vont se poursuivre, si la politique en la matière n'est pas fortement infléchie. C'est donc déjà de l'ordre de

10 % de perte de part de marché des transports collectifs qui sont à attendre au cours des 10 prochaines années indépendamment de l'évolution des autres facteurs. Seule une politique volontariste sur les transports collectifs, mais aussi la voiture est alors probablement à même de renverser la tendance. De plus un accroissement significatif de la part de marché des transports collectifs nécessite probablement également une maîtrise de la localisation des flux, donc de la localisation des activités pour freiner l'étalement urbain et la dissociation des flux.

Au-delà de la quantification des effets, notre travail a permis de construire deux matrices originales : matrice des motorisations et matrice des autres facteurs. La première permet d'associer une motorisation à un flux de déplacements. Elle présente le mérite d'illustrer une autre vision de la motorisation, que celle généralement présentée à travers la motorisation du ménage ou de l'individu. Cette fois l'attribut est transféré au déplacement. Il permet en quelque sorte de déterminer l'accès moyen à l'automobile pour les déplacements réalisés sur une origine-destination particulière. Cette définition permet de relativiser quelque peu les différences de motorisation que les statistiques de motorisation des ménages font apparaître entre le centre et la périphérie. Le rapport n'est plus de 1 à 2 entre l'hypercentre et les zones les plus éloignées du périmètre d'étude, mais une variation de 20 à 40 % entre les flux de l'hypercentre et ceux de lointaine périphérie pour lesquels la motorisation est la plus élevée. On constate également que la variation de motorisation dans le temps est relativement uniforme dans l'espace des flux et même qu'elle aurait tendance à être très légèrement supérieure dans le centre qu'en moyenne. Ces résultats relativisent quelque peu les observations qui sont fréquemment faites sur les différences d'accès à la voiture pour les déplacements effectués en modes motorisés entre les zones centrales et celles de lointaines périphérie. Il apparaît que ces différences sont en fait plutôt limitées. L'analyse mériterait d'être approfondie.

La seconde matrice produite est celle des autres facteurs. Son analyse est assez délicate car elle est déduite des autres matrices (part de marché des transports collectifs/motorisation) et non à partir d'une analyse de ces autres facteurs. De ce fait, elle intègre également les résidus non expliqués sans que l'on sache la part qu'ils peuvent représenter. De plus, compte tenu des formulations mathématiques que nous avons retenues, des constantes ont parfois été incluses dans le calcul de cette matrice. Toutefois, au-delà des valeurs elles-mêmes, la comparaison des valeurs obtenues entre chacune des cases de la matrice peut apporter des informations intéressantes. De même l'évolution dans le temps de la matrice peut renseigner sur l'évolution des autres facteurs dans le temps pour chacun des flux. La formulation logistique a ainsi permis de montrer que les autres facteurs n'étaient favorables aux transports collectifs que dans les zones les plus centrales et que l'amélioration des transports collectifs a permis d'étendre, bien que faiblement, le nombre de flux concernés. De nouveau l'analyse mériterait d'être approfondie, mais ce n'est pas l'objet principal de cette étude.

Sur le plan prospectif, cette recherche est riche d'enseignements à l'heure où les PDU sont censés inverser la vapeur pour accroître la place des transports collectifs vis-à-vis de la voiture. Les résultats montrent qu'un « simple » maintien de la part de marché des transports collectifs passe par des efforts conséquents sur les transports collectifs à moins de s'attaquer réellement à la place de la voiture en ville et à la maîtrise des localisations. Mais cela nécessite alors bien souvent des inflexions fortes des politiques de déplacements urbains et une coopération intercommunale et interservices à développer pour une mettre en place une politique globale et cohérente à l'échelle du bassin d'attraction de l'agglomération qui déborde fréquemment les limites administratives existantes.

Enfin, le modèle de décomposition des effets que nous avons appliqué sur les trois dernières enquêtes ménages de l'agglomération lyonnaise pourrait être utilisé en prospective. Il suffit de simuler d'une part différents scénarios d'évolution de la matrice des localisations en fonction d'hypothèses de localisation des activités et d'autre part des hypothèses de croissance de la motorisation pour quantifier l'incidence sur la part de marché des transports collectifs. Cette analyse serait probablement utile pour bon nombre d'études de PDU en cours, ne serait-ce que pour illustrer l'ampleur des enjeux en matière de gestion des déplacements urbains. Elle aiderait peut être aussi à prendre conscience de la nécessité d'une rupture dans la politique mise en oeuvre dans cette gestion des déplacements urbains et des localisations des activités.

Afin de renforcer le caractère prospectif de notre modèle, l'analyse des autres facteurs mériterait d'être approfondie. Notamment, il serait souhaitable d'identifier clairement la contribution de l'offre de transport tant collectif que de voirie. Une analyse à partir de fonctions de coûts généralisés pour chacun des deux modes permettraient probablement d'y répondre.

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe n°1 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements	102
Annexe n°2 : Matrices origines-destinations en parts modales	109
Annexe n°3 : Evolution de la localisation des lieux de résidence et de travail	114
Annexe n°4 : Matrices lieux de résidence * lieux de travail	118
Annexe n°5 : Evolution des couples lieux de résidence * lieux de travail	121
Annexe n°6 : Matrices lieux de résidence * lieux de travail + études	123
Annexe n°7 : Evolution des couples lieux de résidence * lieux de travail + études	125
Annexe n°8 : Evolution de la population et de la composition des ménages	127
Annexe n°9 : Evolution de la motorisation	128
Annexe n°10 : Matrice des motorisations zonales spatialisées	131
Annexe n°11 : Matrice des motorisations individuelles spatialisées	136
Annexe n°12 : Matrice des autres facteurs a_{ij} , motorisation individuelle spatialisée	140
Annexe n°13 : Matrice des autres facteurs a_{ij} , motorisation zonale spatialisée	144
Annexe n°14 : Tableau des parts de marché des transports collectifs	148
Annexe n°15 : Décomposition des effets, comparaison des formulations mathématiques de la part de marché des TC en fonction de la motorisation et des autres facteurs	152
Annexe n°16 : Décomposition des effets, comparaison des modes de calcul de la motorisation	156
Annexe n°17 : Aires des enquêtes ménages 1976, 1985 et 1995	162

Annexe n°1 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements

Source : Enquêtes ménages de 1976, 1985 et 1995 sur l'agglomération lyonnaise

EM 76, périmètre 76 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements

Fréquences croisées absolues Tous Modes									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	576310	196209	32102	39359	8411	1028	1679	692	855790
RLV	198691	1017365	72977	57303	21451	2616	3350	1246	1374999
1CE	33121	71856	377756	8228	15037	895	5921	740	513556
1CO	38600	59541	8223	321726	2398	2319	505	1083	434394
2CE	7950	22591	14666	2197	181107	0	3782	58	232350
2CO	882	2930	914	2584	0	98	59	0	7467
3CE	1629	3191	5950	564	3782	0	162	0	15277
8	1809	2639	2054	1293	188	120	0	0	8103
total	858992	1376322	514642	433252	232374	7077	15458	3819	3441935

Fréquences croisées absolues TC+VP									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	133856	156235	29898	36023	7045	883	1332	417	365688
RLV	157110	348058	56008	47082	18654	2390	2715	1078	633095
1CE	30751	55634	136002	7339	12537	895	5921	740	249820
1CO	34797	49112	7333	119447	2314	1795	505	695	215998
2CE	6583	20122	12377	2112	53431	0	2668	0	97293
2CO	671	2746	914	2023	0	98	59	0	6510
3CE	1171	2667	5837	564	2668	0	121	0	13027
8	1107	1524	1922	884	188	120	0	0	5746
total	366046	636097	250290	215473	96837	6181	13321	2931	1587177

Fréquences croisées absolues Transports en Commun							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	total
HC	42255	63015	9721	11586	2163	66	128805
RLV	62862	54040	13655	6804	2477	718	140556
1CE	10100	14244	12800	529	873	0	38546
1CO	9955	7185	659	8941	158	60	26958
2CE	1536	3052	684	158	977	0	6407
2CO	66	352	0	119	0	0	536
8	0	80	0	0	0	0	80
total	126773	141967	37520	28137	6647	844	341889

Fréquences croisées absolues Voiture Particulière									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	91602	93220	20176	24437	4882	817	1332	417	236883
RLV	94248	294018	42353	40277	16178	1672	2715	1078	492538
1CE	20651	41390	123202	6810	11665	895	5921	740	211274
1CO	24842	41926	6674	110506	2155	1735	505	695	189040
2CE	5047	17070	11692	1954	52454	0	2668	0	90885
2CO	606	2394	914	1904	0	98	59	0	5974
3CE	1171	2667	5837	564	2668	0	121	0	13027
8	1107	1444	1922	884	188	120	0	0	5666
total	239272	494130	212770	187336	90190	5337	13321	2931	1245288

EM 85, périmètre 76 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements

Fréquences croisées absolues Tous Modes									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	446157	174026	31666	43880	12617	2990	1897	7861	721093
RLV	173727	803387	69242	60743	24265	8943	5121	11562	1156992
1CE	33493	67569	300821	7360	19613	1563	6802	5071	442292
1CO	43414	60710	8576	265518	2525	9562	2762	5325	398394
2CE	11963	24698	19408	2711	157984	714	5368	2253	225100
2CO	3159	7946	1566	9576	546	4920	163	707	28582
3CE	2173	5705	6257	2695	5639	0	2129	141	24739
8	8099	14767	4881	5653	2323	340	604	534	37200
total	722185	1158808	442417	398137	225512	29032	24845	33454	3034392

Fréquences croisées absolues TC+VP									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	152588	155122	29518	41800	11426	2835	1782	6526	401597
RLV	154437	345885	61219	56594	22259	8383	4255	9498	662529
1CE	31315	60376	130906	6808	17723	1304	6418	4458	259309
1CO	41612	56696	8157	126420	2404	9126	2397	4492	251304
2CE	10427	22909	17282	2543	80425	349	5017	1857	140809
2CO	3004	7480	1307	9020	181	4053	163	646	25853
3CE	2116	4565	5908	2391	5217	0	1779	0	21976
8	6125	11729	4050	4820	2080	279	284	204	29570
total	401625	664761	258347	250397	141715	26328	22095	27680	1792948

Fréquences croisées absolues Transports en Commun									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	66653	63381	13277	14560	4030	403	137	115	162556
RLV	65235	60877	13584	11334	4766	473	78	315	156662
1CE	13357	12911	22630	1736	1845	39	223	39	52780
1CO	13897	11782	1283	7937	93	311	0	56	35359
2CE	3545	5310	1788	215	6180	70	192	263	17562
2CO	435	195	39	172	70	0	0	0	911
3CE	34	78	184	0	122	0	0	0	417
8	0	205	0	0	263	0	0	0	468
total	163156	154738	52784	35954	17369	1297	629	788	426715

Fréquences croisées absolues Voiture Particulière									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	85935	91740	16241	27241	7396	2431	1646	6411	239041
RLV	89202	285008	47635	45260	17493	7909	4178	9182	505868
1CE	17958	47465	108276	5072	15878	1265	6195	4419	206529
1CO	27715	44914	6874	118483	2310	8815	2397	4436	215946
2CE	6882	17600	15494	2327	74245	279	4825	1594	123246
2CO	2568	7285	1268	8848	111	4053	163	646	24942
3CE	2082	4487	5724	2391	5095	0	1779	0	21559
8	6125	11524	4050	4820	1817	279	284	204	29103
total	238469	510023	205563	214442	124346	25031	21466	26893	1366233

EM 95, périmètre 76 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements

Fréquences croisées absolues Tous Modes									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	543134	221487	34261	44177	9787	5257	2545	12342	872990
RLV	226053	927808	97335	69767	25970	17629	8114	21372	1394048
1CE	32148	98815	295177	10540	24199	2044	10570	5916	479409
1CO	43206	69762	10752	361793	2168	22767	2088	10158	522696
2CE	9415	26562	24899	2029	195842	1258	7437	4861	272303
2CO	4120	17458	2788	22033	1086	6607	428	2425	56945
3CE	2796	7212	9616	1828	8142	273	4552	1277	35697
8	14495	25186	6759	11559	4703	1247	905	5035	69888
total	875368	1394290	481587	523726	271898	57081	36639	63386	3703976

Fréquences croisées absolues TC+VP									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	160973	188771	31820	41561	8756	4820	2378	9021	448101
RLV	189900	458233	89915	62587	25289	16378	7541	17384	867227
1CE	30143	90831	139511	10262	22681	1843	10232	5495	310998
1CO	39993	62949	10417	215314	2154	21051	1620	9382	362878
2CE	8244	25627	22986	2014	114182	994	6886	4020	184952
2CO	3529	16063	2716	20279	822	5863	428	2425	52125
3CE	2796	6737	9323	1632	7528	273	3185	1023	32498
8	10011	20462	5648	10333	3933	1099	742	4646	56875
total	445591	869673	312336	363983	185345	52321	33010	53396	2315655

Fréquences croisées absolues Transports en Commun									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	71939	80212	11773	11359	2910	392	64	602	179251
RLV	79101	84334	18887	11211	4632	1686	350	772	200974
1CE	10725	20148	18803	1416	2052	116	780	259	54299
1CO	11315	10836	1205	12809	232	643	86	221	37347
2CE	3146	4151	1729	232	7676	0	329	67	17330
2CO	163	1646	275	232	0	0	0	0	2317
3CE	0	426	596	196	55	0	0	0	1272
8	663	1063	187	189	67	0	0	0	2169
total	177052	202816	53455	37644	17624	2837	1610	1921	494959

Fréquences croisées absolues Voiture Particulière									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	89035	108559	20047	30202	5846	4428	2314	8419	268850
RLV	110799	373899	71028	51376	20657	14692	7190	16612	666253
1CE	19418	70683	120709	8845	20628	1727	9451	5237	256699
1CO	28678	52113	9212	202506	1922	20408	1533	9160	325531
2CE	5098	21475	21257	1782	106507	994	6557	3953	167623
2CO	3366	14417	2441	20047	822	5863	428	2425	49808
3CE	2796	6312	8727	1437	7473	273	3185	1023	31225
8	9349	19399	5461	10144	3866	1099	742	4646	54706
total	268538	666857	258881	326339	167721	49484	31400	51475	1820696

EM 85, périmètre 85 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements

Fréquences croisées absolues Tous Modes									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	456609	177357	32491	44679	13020	16036	6788	8091	755071
RLV	176715	811422	70448	62744	24837	22610	14575	12222	1195572
1CE	34238	69016	303551	7754	20610	4076	16992	5200	461437
1CO	44034	62265	8708	271861	2609	31462	4459	5756	431154
2CE	12284	25237	20375	2794	159226	1167	14242	2380	237706
2CO	17241	21178	4483	31281	866	158260	1027	6875	241212
3CE	6574	15554	16584	4084	14483	1179	105102	5005	168567
8	8432	15332	5027	5739	2547	7314	5818	1002	51213
total	756129	1197362	461667	430936	238199	242104	169004	46532	3541931

Fréquences croisées absolues TC+VP									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	157235	158330	30342	42573	11787	14652	6178	6653	427751
RLV	157259	351001	62346	58495	22773	20975	13108	10139	696096
1CE	32018	61731	133067	7202	18631	3651	15399	4586	276285
1CO	42205	58238	8289	131351	2487	27892	3973	4923	279359
2CE	10748	23404	18159	2626	81465	789	12676	1940	151808
2CO	15719	19363	4033	27533	502	87951	954	5802	161857
3CE	5684	13737	14723	3573	12887	988	69027	3875	124495
8	6355	12277	4197	4906	2304	5889	4369	601	40897
total	427223	698081	275155	278259	152836	162788	125684	38520	2158547

Fréquences croisées absolues Transports en Commun									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	68317	63856	13383	14717	4120	3471	881	115	168860
RLV	65814	61358	13584	11399	4766	2644	1094	315	160974
1CE	13463	12911	22630	1736	1883	110	865	39	53637
1CO	14008	11782	1283	8107	93	1644	44	56	37017
2CE	3545	5310	1826	215	6180	70	324	263	17733
2CO	3640	2023	110	1576	70	1911	44	0	9375
3CE	477	967	893	0	298	42	933	0	3609
8	0	205	0	0	263	0	0	0	468
total	169264	158410	53709	37751	17673	9893	4184	788	451672

Fréquences croisées absolues Voiture Particulière									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	88918	94474	16959	27856	7667	11181	5297	6538	258891
RLV	91445	289643	48762	47096	18007	18331	12014	9824	535122
1CE	18555	48820	110437	5465	16748	3541	14534	4547	222648
1CO	28197	46457	7006	123244	2394	26248	3929	4867	242342
2CE	7203	18094	16333	2411	75286	719	12352	1678	134075
2CO	12079	17340	3922	25957	432	86040	910	5802	152482
3CE	5206	12771	13830	3573	12589	946	68094	3875	120885
8	6355	12072	4197	4906	2041	5889	4369	601	40429
total	257959	539671	221446	240508	135163	152895	121500	37732	1706875

EM 95, périmètre 85 : Matrices origines-destinations en nombre de déplacements

Fréquences croisées absolues Tous Modes									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	558196	226068	35844	46421	10103	19844	11845	12844	921165
RLV	230800	939441	99611	72605	26969	38646	20806	22077	1450954
1CE	33411	101036	302552	11098	24823	6033	28792	6152	513896
1CO	44904	71384	11506	369974	2220	52935	3974	11177	568074
2CE	9795	26953	25696	2029	198977	1932	20630	5224	291236
2CO	20149	39008	6819	50881	1673	186063	2483	16819	323896
3CE	11765	21380	26874	3867	20778	2853	164187	10332	262036
8	14807	26002	7074	12630	5385	15491	10109	8687	100185
total	923826	1451272	515975	569504	290928	323798	262826	93313	4431441

Fréquences croisées absolues TC+VP									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	166329	192778	33278	43628	9010	17688	10509	9480	482699
RLV	193815	466110	92086	65291	26288	35492	19618	17823	916522
1CE	31293	92940	145684	10819	23305	5727	27239	5677	342685
1CO	41634	64524	11170	221454	2205	48435	3406	10400	403228
2CE	8559	26018	23782	2014	117058	1549	18754	4383	202118
2CO	16944	35121	6642	46118	1289	123731	2283	15345	247472
3CE	10464	19814	25101	3517	18944	2347	112272	8967	201425
8	10268	20849	5964	11404	4615	13907	8799	7383	83188
total	479306	918154	343706	404245	202715	248876	202879	79458	2879339

Fréquences croisées absolues Transports en Commun									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	73238	81114	12015	11520	2964	3512	1528	602	186494
RLV	79795	84872	19050	11326	4850	4506	1468	772	206638
1CE	10788	20304	18977	1416	2052	621	2032	259	56451
1CO	11371	10836	1205	12809	232	2196	86	221	38955
2CE	3200	4206	1729	232	7716	49	1006	67	18205
2CO	2627	4282	602	1562	113	3047	166	64	12463
3CE	1294	1529	1746	196	664	110	1894	0	7432
8	663	1063	187	189	67	64	0	0	2233
total	182976	208205	55511	39250	18658	14105	8180	1985	528870

Fréquences croisées absolues Voiture Particulière									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	93092	111664	21263	32108	6046	14175	8981	8878	296205
RLV	114020	381238	73036	53965	21438	30986	18150	17051	709885
1CE	20504	72636	126707	9403	21253	5106	25207	5419	286234
1CO	30262	53688	9965	208646	1973	46239	3320	10179	364273
2CE	5359	21812	22053	1782	109342	1500	17749	4316	183913
2CO	14317	30840	6040	44555	1176	120685	2116	15280	235010
3CE	9170	18286	23354	3321	18281	2236	110378	8967	193994
8	9605	19785	5777	11215	4548	13843	8799	7383	80955
total	296330	709949	288195	364995	184057	234771	194699	77473	2350469

Annexe n°2 : Matrices origines-destinations en parts modales

Source : Enquêtes ménages de 1976, 1985 et 1995 sur l'agglomération lyonnaise

EM 76, périmètre 76 : Matrices origines-destinations en parts modales

Parts modales des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	30%	85%	93%	94%	89%	92%	93%	73%	51%
RLV	84%	49%	92%	90%	97%	93%	93%	81%	62%
1CE	94%	92%	47%	97%	94%	90%	97%	93%	65%
1CO	93%	90%	97%	59%	99%	92%	78%	92%	69%
2CE	88%	96%	92%	99%	58%	79%	93%	83%	68%
2CO	86%	92%	97%	92%	76%	88%	100%	100%	91%
3CE	100%	93%	97%	89%	92%	100%	70%	80%	91%
8	69%	81%	84%	89%	84%	88%	82%	92%	81%
total	51%	62%	65%	69%	68%	91%	90%	84%	63%

Parts modales des déplacements TC sur les déplacements (TC+VP)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	total
HC	32 %	40 %	33 %	32 %	31 %	7 %	35 %
RLV	40 %	16 %	24 %	14 %	13 %	30 %	22 %
1CE	33 %	26 %	9 %	7 %	7 %	0 %	15 %
1CO	29 %	15 %	9 %	7 %	7 %	3 %	12 %
2CE	23 %	15 %	6 %	7 %	2 %	0 %	7 %
2CO	10 %	13 %	0 %	6 %	0 %	0 %	8 %
8	0 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %
total	35 %	22 %	15 %	13 %	7 %	14 %	22 %

Parts modales des déplacements VP sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	68 %	60 %	67 %	68 %	69 %	93 %	100 %	100 %	65 %
RLV	60 %	84 %	76 %	86 %	87 %	70 %	100 %	100 %	78 %
1CE	67 %	74 %	91 %	93 %	93 %	100 %	100 %	100 %	85 %
1CO	71 %	85 %	91 %	93 %	93 %	97 %	100 %	100 %	88 %
2CE	77 %	85 %	94 %	93 %	98 %	0 %	100 %	0 %	93 %
2CO	90 %	87 %	100 %	94 %	0 %	100 %	100 %	0 %	92 %
3CE	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	0 %	100 %	0 %	100 %
8	100 %	95 %	100 %	100 %	100 %	100 %	0 %	0 %	99 %
total	65 %	78 %	85 %	87 %	93 %	86 %	100 %	100 %	78 %

EM 85, périmètre 76 : Matrices origines-destinations en parts modales

Parts modales des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	34 %	89 %	93 %	95 %	91 %	95 %	94 %	83 %	56 %
RLV	89 %	43 %	88 %	93 %	92 %	94 %	83 %	82 %	57 %
1CE	93 %	89 %	44 %	92 %	90 %	83 %	94 %	88 %	59 %
1CO	96 %	93 %	95 %	48 %	95 %	95 %	87 %	84 %	63 %
2CE	87 %	93 %	89 %	94 %	51 %	49 %	93 %	82 %	63 %
2CO	95 %	94 %	83 %	94 %	33 %	82 %	100 %	91 %	90 %
3CE	97 %	80 %	94 %	89 %	93 %	0 %	84 %	0 %	89 %
8	76 %	79 %	83 %	85 %	90 %	82 %	47 %	38 %	79 %
total	56 %	57 %	58 %	63 %	63 %	91 %	89 %	83 %	59 %

Parts modales des déplacements TC sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	44 %	41 %	45 %	35 %	35 %	14 %	8 %	2 %	40 %
RLV	42 %	18 %	22 %	20 %	21 %	6 %	2 %	3 %	24 %
1CE	43 %	21 %	17 %	26 %	10 %	3 %	3 %	1 %	20 %
1CO	33 %	21 %	16 %	6 %	4 %	3 %	0 %	1 %	14 %
2CE	34 %	23 %	10 %	8 %	8 %	20 %	4 %	14 %	12 %
2CO	14 %	3 %	3 %	2 %	39 %	0 %	0 %	0 %	4 %
3CE	2 %	2 %	3 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	2 %
8	0 %	2 %	0 %	0 %	13 %	0 %	0 %	0 %	2 %
total	41 %	23 %	20 %	14 %	12 %	5 %	3 %	3 %	24 %

Parts modales des déplacements VP sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	56 %	59 %	55 %	65 %	65 %	86 %	92 %	98 %	60 %
RLV	58 %	82 %	78 %	80 %	79 %	94 %	98 %	97 %	76 %
1CE	57 %	79 %	83 %	74 %	90 %	97 %	97 %	99 %	80 %
1CO	67 %	79 %	84 %	94 %	96 %	97 %	100 %	99 %	86 %
2CE	66 %	77 %	90 %	92 %	92 %	80 %	96 %	86 %	88 %
2CO	86 %	97 %	97 %	98 %	61 %	100 %	100 %	100 %	96 %
3CE	98 %	98 %	97 %	100 %	98 %	0 %	100 %	0 %	98 %
8	100 %	98 %	100 %	100 %	87 %	100 %	100 %	100 %	98 %
total	59 %	77 %	80 %	86 %	88 %	95 %	97 %	97 %	76 %

EM 95, périmètre 76 : Matrices origines-destinations en parts modales

Parts modales des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	30 %	85 %	93 %	94 %	89 %	92 %	93 %	73 %	51 %
RLV	84 %	49 %	92 %	90 %	97 %	93 %	93 %	81 %	62 %
1CE	94 %	92 %	47 %	97 %	94 %	90 %	97 %	93 %	65 %
1CO	93 %	90 %	97 %	60 %	99 %	92 %	78 %	92 %	69 %
2CE	88 %	96 %	92 %	99 %	58 %	79 %	93 %	83 %	68 %
2CO	86 %	92 %	97 %	92 %	76 %	89 %	100 %	100 %	92 %
3CE	100 %	93 %	97 %	89 %	92 %	100 %	70 %	80 %	91 %
8	69 %	81 %	84 %	89 %	84 %	88 %	82 %	92 %	81 %
total	51 %	62 %	65 %	70 %	68 %	92 %	90 %	84 %	63 %

Parts modales des déplacements TC sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	45 %	42 %	37 %	27 %	33 %	8 %	3 %	7 %	40 %
RLV	42 %	18 %	21 %	18 %	18 %	10 %	5 %	4 %	23 %
1CE	36 %	22 %	13 %	14 %	9 %	6 %	8 %	5 %	17 %
1CO	28 %	17 %	12 %	6 %	11 %	3 %	5 %	2 %	10 %
2CE	38 %	16 %	8 %	12 %	7 %	0 %	5 %	2 %	9 %
2CO	5 %	10 %	10 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	4 %
3CE	0 %	6 %	6 %	12 %	1 %	0 %	0 %	0 %	4 %
8	7 %	5 %	3 %	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %	4 %
total	40 %	23 %	17 %	10 %	10 %	5 %	5 %	4 %	21 %

Parts modales des déplacements VP sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	55 %	58 %	63 %	73 %	67 %	92 %	97 %	93 %	60 %
RLV	58 %	82 %	79 %	82 %	82 %	90 %	95 %	96 %	77 %
1CE	64 %	78 %	87 %	86 %	91 %	94 %	92 %	95 %	83 %
1CO	72 %	83 %	88 %	94 %	89 %	97 %	95 %	98 %	90 %
2CE	62 %	84 %	92 %	88 %	93 %	100 %	95 %	98 %	91 %
2CO	95 %	90 %	90 %	99 %	100 %	100 %	100 %	100 %	96 %
3CE	100 %	94 %	94 %	88 %	99 %	100 %	100 %	100 %	96 %
8	93 %	95 %	97 %	98 %	98 %	100 %	100 %	100 %	96 %
total	60 %	77 %	83 %	90 %	90 %	95 %	95 %	96 %	79 %

EM 85, périmètre 85 : Matrices origines-destinations en parts modales

Parts modales des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	34 %	89 %	93 %	95 %	91 %	91 %	91 %	82 %	57 %
RLV	89 %	43 %	88 %	93 %	92 %	93 %	90 %	83 %	58 %
1CE	94 %	89 %	44 %	93 %	90 %	90 %	91 %	88 %	60 %
1CO	96 %	94 %	95 %	48 %	95 %	89 %	89 %	86 %	65 %
2CE	87 %	93 %	89 %	94 %	51 %	68 %	89 %	82 %	64 %
2CO	91 %	91 %	90 %	88 %	58 %	56 %	93 %	84 %	67 %
3CE	86 %	88 %	89 %	87 %	89 %	84 %	66 %	77 %	74 %
8	75 %	80 %	83 %	85 %	90 %	81 %	75 %	60 %	80 %
total	57 %	58 %	60 %	65 %	64 %	67 %	74 %	83 %	61 %

Parts modales des déplacements TC sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	43 %	40 %	44 %	35 %	35 %	24 %	14 %	2 %	39 %
RLV	42 %	17 %	22 %	19 %	21 %	13 %	8 %	3 %	23 %
1CE	42 %	21 %	17 %	24 %	10 %	3 %	6 %	1 %	19 %
1CO	33 %	20 %	15 %	6 %	4 %	6 %	1 %	1 %	13 %
2CE	33 %	23 %	10 %	8 %	8 %	9 %	3 %	14 %	12 %
2CO	23 %	10 %	3 %	6 %	14 %	2 %	5 %	0 %	6 %
3CE	8 %	7 %	6 %	0 %	2 %	4 %	1 %	0 %	3 %
8	0 %	2 %	0 %	0 %	11 %	0 %	0 %	0 %	1 %
total	40 %	23 %	20 %	14 %	12 %	6 %	3 %	2 %	21 %

Parts modales des déplacements VP sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	57 %	60 %	56 %	65 %	65 %	76 %	86 %	98 %	61 %
RLV	58 %	83 %	78 %	81 %	79 %	87 %	92 %	97 %	77 %
1CE	58 %	79 %	83 %	76 %	90 %	97 %	94 %	99 %	81 %
1CO	67 %	80 %	85 %	94 %	96 %	94 %	99 %	99 %	87 %
2CE	67 %	77 %	90 %	92 %	92 %	91 %	97 %	86 %	88 %
2CO	77 %	90 %	97 %	94 %	86 %	98 %	95 %	100 %	94 %
3CE	92 %	93 %	94 %	100 %	98 %	96 %	99 %	100 %	97 %
8	100 %	98 %	100 %	100 %	89 %	100 %	100 %	100 %	99 %
total	60 %	77 %	80 %	86 %	88 %	94 %	97 %	98 %	79 %

EM 95, périmètre 85 : Matrices origines-destinations en parts modales

Parts modales des déplacements (TC+VP) sur l'ensemble des déplacements									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	30%	85%	93%	94%	89%	89%	89%	74%	52%
RLV	84%	50%	92%	90%	97%	92%	94%	81%	63%
1CE	94%	92%	48%	97%	94%	95%	95%	92%	67%
1CO	93%	90%	97%	60%	99%	91%	86%	93%	71%
2CE	87%	97%	93%	99%	59%	80%	91%	84%	69%
2CO	84%	90%	97%	91%	77%	66%	92%	91%	76%
3CE	89%	93%	93%	91%	91%	82%	68%	87%	77%
8	69%	80%	84%	90%	86%	90%	87%	85%	83%
total	52%	63%	67%	71%	70%	77%	77%	85%	65%

Parts modales des déplacements TC sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	44 %	42 %	36 %	26 %	33 %	20 %	15 %	6 %	39 %
RLV	41 %	18 %	21 %	17 %	18 %	13 %	7 %	4 %	23 %
1CE	34 %	22 %	13 %	13 %	9 %	11 %	7 %	5 %	16 %
1CO	27 %	17 %	11 %	6 %	11 %	5 %	3 %	2 %	10 %
2CE	37 %	16 %	7 %	12 %	7 %	3 %	5 %	2 %	9 %
2CO	16 %	12 %	9 %	3 %	9 %	2 %	7 %	0 %	5 %
3CE	12 %	8 %	7 %	6 %	4 %	5 %	2 %	0 %	4 %
8	6 %	5 %	3 %	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %	3 %
total	38 %	23 %	16 %	10 %	9 %	6 %	4 %	2 %	18 %

Parts modales des déplacements VP sur les déplacements (TC+VP)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	56 %	58 %	64 %	74 %	67 %	80 %	85 %	94 %	61 %
RLV	59 %	82 %	79 %	83 %	82 %	87 %	93 %	96 %	77 %
1CE	66 %	78 %	87 %	87 %	91 %	89 %	93 %	95 %	84 %
1CO	73 %	83 %	89 %	94 %	89 %	95 %	97 %	98 %	90 %
2CE	63 %	84 %	93 %	88 %	93 %	97 %	95 %	98 %	91 %
2CO	84 %	88 %	91 %	97 %	91 %	98 %	93 %	100 %	95 %
3CE	88 %	92 %	93 %	94 %	96 %	95 %	98 %	100 %	96 %
8	94 %	95 %	97 %	98 %	99 %	100 %	100 %	100 %	97 %
total	62 %	77 %	84 %	90 %	91 %	94 %	96 %	98 %	82 %

Annexe n°3 : Evolution de la localisation des lieux de résidence et de travail

Evolution des localisations des lieux de résidence (Sources : EM 76, EM 85, EM 95)

EM 76, périmètre 76 : Répartition lieux de résidence

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	Total
Résidents	187476	393564	151281	148595	64691	945608
en %	20 %	42 %	16 %	16 %	7 %	100 %

EM 85, périmètre 76 : Répartition lieux de résidence

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	Total
Résidents	151654	354849	137296	146008	82221	872028
en %	17 %	41 %	16 %	17 %	9 %	100 %

EM 95, périmètre 76 : Répartition lieux de résidence

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	Total
Résidents	165020	402315	138844	159634	83208	949021
en %	17 %	42 %	15 %	17 %	9 %	100 %

EM 85, périmètre 85 : Répartition lieux de résidence

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total
Résidents	151654	354849	137296	146008	82221	85090	54835	1011953
en %	15 %	35 %	14 %	14 %	8 %	8 %	5 %	100 %

EM 95, périmètre 85 : Répartition lieux de résidence

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CO	Total
Résidents	165020	402315	138844	159634	83208	104698	84385	1138104
en %	14 %	35 %	12 %	14 %	7 %	9 %	7 %	100 %

Evolution des localisations des lieux d'emplois des résidents (Sources : EM 76, EM 85, EM 95)

EM 76, périmètre 76 : Répartition des lieux de travail des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail	130665	165650	53290	35133	24476	2274	7269	3711	422468
en %	31%	39%	13%	8%	6%	1%	2%	1%	100%

EM 85, périmètre 76 : Répartition des lieux de travail des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail	104581	130044	48936	29487	23793	8988	12069	22541	380439
en %	27%	34%	13%	8%	6%	2%	3%	6%	100%

EM 95, périmètre 76 : Répartition des lieux de travail des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail	99228	140250	45915	38922	23781	16166	17808	28229	410300
en %	24%	34%	11%	9%	6%	4%	4%	7%	100%

EM 85, périmètre 85 : Répartition des lieux de travail des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail	111919	141459	55406	35608	26838	24566	21932	27795	445523
en %	25%	32%	12%	8%	6%	6%	5%	6%	100%

EM 95, périmètre 85 : Répartition des lieux de travail des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail	110567	156752	52753	46080	28668	31811	32006	36360	494998
en %	22%	32%	11%	9%	6%	6%	6%	7%	100%

Evolution des localisations des lieux d'emplois et d'études des résidents (Sources : EM 76, EM 85, EM 95)

EM 76, périmètre 76 : Répartition des lieux de travail + études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	182977	269397	92743	71152	40325	2770	7703	4840	671906
en %	27 %	40 %	14 %	11 %	6 %	0 %	1 %	1 %	100 %

EM 85, périmètre 76 : Répartition des lieux de travail + études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	147914	210344	79398	57819	39513	10574	12266	26763	584591
en %	25 %	36 %	14 %	10 %	7 %	2 %	2 %	5 %	100 %

EM 95, périmètre 76 : Répartition des lieux de travail + études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	154633	242145	80963	67229	40898	18495	18488	33702	656552
en %	24 %	37 %	12 %	10 %	6 %	3 %	3 %	5 %	100 %

EM 85, périmètre 85 : Répartition des lieux de travail + études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	159665	227593	87795	68404	43419	39561	30412	33733	690582
en %	23 %	33 %	13 %	10 %	6 %	6 %	4 %	5 %	100 %

EM 95, périmètre 85 : Répartition des lieux de travail + études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	171466	267738	91231	79535	47593	47374	45901	44893	795732
en %	22 %	34 %	11 %	10 %	6 %	6 %	6 %	6 %	100 %

Evolution des localisations des lieux d'études des résidents (Sources : EM 76, EM 85, EM 95)

EM 76, périmètre 76 : Répartition des lieux d'études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	52312	103747	39453	36019	15849	496	434	1129	249438
en %	21,0	41,6	15,8	14,4	6,4	0,2	0,2	0,5	100%

EM 85, périmètre 76 : Répartition des lieux d'études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	43333	80300	30462	28332	15720	1586	197	4222	204152
en %	21,2	39,3	14,9	13,9	7,7	0,8	0,1	2,1	100%

EM 95, périmètre 76 : Répartition des lieux d'études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	55405	101895	35048	28307	17117	2329	680	5473	246252
en %	22,5	41,4	14,2	11,5	7,0	0,9	0,3	2,2	100%

EM 85, périmètre 85 : Répartition des lieux d'études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	47746	86134	32389	32796	16581	14995	8480	5938	245059
en %	19,5	35,1	13,2	13,4	6,8	6,1	3,5	2,4	100%

EM 95, périmètre 85 : Répartition des lieux d'études des résidents

Zones	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
Travail + études	60899	110986	38478	33455	18925	15563	13895	8533	300734
en %	20,3	36,9	12,8	11,1	6,3	5,2	4,6	2,8	100%

Annexe n°4 : Matrices lieux de résidence * lieux de travail

Périmètre 76 EM 76									
Fréquences croisées absolues									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	51483	22310	5150	3380	1649	104	504	490	85070
RLV	50284	99246	9979	6948	6307	1068	2047	1188	177067
1CE	10289	19735	30315	1163	4429	243	2721	601	69496
1CO	15664	16811	4088	23112	722	860	355	1258	62869
2CE	2945	7548	3758	530	11370	0	1642	174	27967
Total	130665	165650	53290	35133	24476	2274	7269	3711	422468

Profils des lignes									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	61%	26%	6%	4%	2%	0%	1%	1%	100%
RLV	28%	56%	6%	4%	4%	1%	1%	1%	100%
1CE	15%	28%	44%	2%	6%	0%	4%	1%	100%
1CO	25%	27%	7%	37%	1%	1%	1%	2%	100%
2CE	11%	27%	13%	2%	41%	0%	6%	1%	100%
Total	31%	39%	13%	8%	6%	1%	2%	1%	100%

Périmètre 85 EM 85									
Fréquences croisées absolues									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	34196	14019	4228	2014	1106	827	1203	6108	63701
RLV	42606	76354	11994	6533	4615	4013	3603	8240	157958
1CE	8224	16732	24472	1212	4278	650	2835	1789	60192
1CO	15080	15687	2703	19256	1237	3377	1094	4696	63130
2CE	4475	7252	5539	472	12557	121	3334	1708	35458
2CO	5255	6070	1896	5470	360	15404	543	3591	38589
3CE	2083	5345	4574	651	2685	174	9320	1663	26495
Total pér76	104581	130044	48936	29487	23793	8988	12069	22541	380439
Total pér85	111919	141459	55406	35608	26838	24566	21932	27795	445523

Profils des lignes									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	54%	22%	7%	3%	2%	1%	2%	10%	100%
RLV	27%	48%	8%	4%	3%	3%	2%	5%	100%
1CE	14%	28%	41%	2%	7%	1%	5%	3%	100%
1CO	24%	25%	4%	31%	2%	5%	2%	7%	100%
2CE	13%	20%	16%	1%	35%	0%	9%	5%	100%
2CO	14%	16%	5%	14%	1%	40%	1%	9%	100%
3CE	8%	20%	17%	2%	10%	1%	35%	6%	100%

Total pér76	27%	34%	13%	8%	6%	2%	3%	6%	100%
Total pér85	25%	32%	12%	8%	6%	6%	5%	6%	100%

Périmètre 85 EM 95									
Fréquences croisées absolues									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	34294	18798	4361	4017	559	797	1962	6158	70946
RLV	41569	80956	13602	10881	5482	7802	4677	12956	177926
1CE	8718	15327	19313	1136	3063	1062	5576	1842	56037
1CO	11801	17649	3922	22348	1062	6357	1365	5129	69633
2CE	2846	7520	4717	539	13616	147	4229	2145	35759
2CO	7008	9438	1734	6400	684	15036	1220	4857	46377
3CE	4331	7064	5104	758	4203	609	12978	3273	38320
Total pér76	99228	140250	45915	38922	23781	16166	17808	28229	410300
Total pér85	110567	156752	52753	46080	28668	31811	32006	36360	494998

Profils des lignes									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	48%	26%	6%	6%	1%	1%	3%	9%	100%
RLV	23%	45%	8%	6%	3%	4%	3%	7%	100%
1CE	16%	27%	34%	2%	5%	2%	10%	3%	100%
1CO	17%	25%	6%	32%	2%	9%	2%	7%	100%
2CE	8%	21%	13%	2%	38%	0%	12%	6%	100%
2CO	15%	20%	4%	14%	1%	32%	3%	10%	100%
3CE	11%	18%	13%	2%	11%	2%	34%	9%	100%
Total pér76	24%	34%	11%	9%	6%	4%	4%	7%	100%
Total pér85	22%	32%	11%	9%	6%	6%	6%	7%	100%

Annexe n°5 : Evolution des couples lieux de résidence * lieux de travail

EM85/EM76, Périmètre 76									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail pour chaque origine-destination									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	-34	-37	-18	-40	-33	695	139	1147	-25
RLV	-15	-23	20	-6	-27	276	76	593	-11
1CE	-20	-15	-19	4	-3	168	4	198	-13
1CO	-4	-7	-34	-17	71	293	208	273	0
2CE	52	-4	47	-11	10	-	103	884	27
Total	-20	-21	-8	-16	-3	295	66	506	-10

EM95/EM76, Périmètre 76									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail pour chaque origine-destination									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	-33	-16	-15	19	-66	667	289	1157	-17
RLV	-17	-18	36	57	-13	630	128	990	0
1CE	-15	-22	-36	-2	-31	338	105	206	-19
1CO	-25	5	-4	-3	47	640	285	308	11
2CE	-3	-0	26	2	20	-	157	1136	28
Total	-24	-15	-14	11	-3	611	145	659	-3

EM95/EM85, Périmètre 76									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail pour chaque origine-destination									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	0	34	3	99	-49	-4	63	1	11
RLV	-2	6	13	67	19	94	30	57	13
1CE	6	-8	-21	-6	-28	63	97	3	-7
1CO	-22	13	45	16	-14	88	25	9	10
2CE	-36	4	-15	14	8	21	27	26	1
Total	-5	8	-6	32	-0	80	48	25	8

EM95/EM85, Périmètre 85									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail pour chaque origine-destination									
Rés\Trav	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	0	34	3	99	-49	-4	63	1	11
RLV	-2	6	13	67	19	94	30	57	13
1CE	6	-8	-21	-6	-28	63	97	3	-7
1CO	-22	13	45	16	-14	88	25	9	10
2CE	-36	4	-15	14	8	21	27	26	1
2CO	33	55	-9	17	90	-2	125	35	20
3CE	108	32	12	16	57	250	39	97	45
Total	-1	11	-5	29	7	29	46	31	11

Attention les effectifs de certaines cellules sont très faibles (Cf. matrices de l'annexe 4)

Annexe n°6 : Matrices lieux de résidence * lieux de travail + études

Périmètre 76 EM 76									
Fréquences croisées absolues									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	81934	31047	6280	4893	1649	192	504	705	127204
RLV	65607	179727	12159	9077	6513	1068	2047	1353	277551
1CE	13442	27029	65736	1163	4550	243	2851	601	115616
1CO	18446	22635	4318	55301	722	1267	355	1819	104861
2CE	3547	8960	4250	718	26891	0	1946	362	46674
Total	182977	269397	92743	71152	40325	2770	7703	4848	671906

Profil des lignes									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	64%	24%	5%	4%	1%	0%	0%	1%	100%
RLV	24%	65%	4%	3%	2%	0%	1%	0%	100%
1CE	12%	23%	57%	1%	4%	0%	2%	1%	100%
1CO	18%	22%	4%	53%	1%	1%	0%	2%	100%
2CE	8%	19%	9%	2%	58%	0%	4%	1%	100%
Total	27%	40%	14%	11%	6%	0%	1%	1%	100%

Périmètre 85 EM 85									
Fréquences croisées absolues									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	56440	21616	4936	2558	1106	1151	1203	7545	96555
RLV	54133	133034	14295	8690	4615	4418	3603	8697	231485
1CE	11602	22277	49486	1780	4601	953	2892	2311	95902
1CO	19572	22103	3594	44198	1308	3600	1094	5420	100889
2CE	6167	11314	7087	593	27883	452	3474	2790	59760
2CO	8369	10196	2335	9725	360	28635	556	4422	64598
3CE	3382	7053	6062	860	3546	352	17590	2548	41393
Total pér76	147914	210344	79398	57819	39513	10574	12266	26763	584591
Total pér85	159665	227593	87795	68404	43419	39561	30412	33741	690582

Profils des lignes									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	58%	22%	5%	3%	1%	1%	1%	8%	100%
RLV	23%	57%	6%	4%	2%	2%	2%	4%	100%
1CE	12%	23%	52%	2%	5%	1%	3%	2%	100%
1CO	19%	22%	4%	44%	1%	4%	1%	5%	100%
2CE	10%	19%	12%	1%	47%	1%	6%	5%	100%
2CO	13%	16%	4%	15%	1%	44%	1%	7%	100%
3CE	8%	17%	15%	2%	9%	1%	42%	6%	100%
Total pér76	25%	36%	14%	10%	7%	2%	2%	5%	100%
Total pér85	23%	33%	13%	10%	6%	6%	4%	5%	100%

Périmètre 85 EM 95									
Fréquences croisées absolues									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	64117	29875	6087	4566	559	797	1962	7718	115682
RLV	57925	151687	20623	13029	5660	8605	4972	14611	277112
1CE	11047	24505	42889	1404	3516	1307	5736	2344	92748
1CO	16663	25501	4959	47660	1062	7444	1365	6515	111169
2CE	4880	10577	6405	569	30101	342	4453	2514	59841
2CO	10670	15140	2477	11213	733	28019	1340	6272	75864
3CE	6163	10453	7791	1093	5962	861	26073	4919	63315
Total pér76	154633	242145	80963	67229	40898	18495	18488	33702	656552
Total pér85	171466	267738	91231	79535	47593	47374	45901	44901	795732

Profils des lignes									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	55%	26%	5%	4%	0%	1%	2%	7%	100%
RLV	21%	55%	7%	5%	2%	3%	2%	5%	100%
1CE	12%	26%	46%	2%	4%	1%	6%	3%	100%
1CO	15%	23%	4%	43%	1%	7%	1%	6%	100%
2CE	8%	18%	11%	1%	50%	1%	7%	4%	100%
2CO	14%	20%	3%	15%	1%	37%	2%	8%	100%
3CE	10%	17%	12%	2%	9%	1%	41%	8%	100%
Total pér76	24%	37%	12%	10%	6%	3%	3%	5%	100%
Total pér85	22%	34%	11%	10%	6%	6%	6%	6%	100%

Annexe n°7 : Evolution des couples lieux de résidence * lieux de travail + études

EM85/EM76, Périmètre 76									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail + études pour chaque origine-destination									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	-31	-30	-21	-48	-33	499	139	970	-24
RLV	-17	-26	18	-4	-29	314	76	543	-17
1CE	-14	-18	-25	53	1	293	1	284	-17
1CO	6	-2	-17	-20	81	184	208	198	-4
2CE	74	26	67	-17	4	-	79	671	28
Total	-19,2	-21,9	-14,4	-18,7	-2,0	281,8	59,2	452,3	-13,0

EM95/EM76, Périmètre 76									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail + études pour chaque origine-destination									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	-22	-4	-3	-7	-66	315	289	995	-9
RLV	-12	-16	70	44	-13	706	143	980	-0
1CE	-18	-9	-35	21	-23	439	101	290	-20
1CO	-10	13	15	-14	47	488	285	258	6
2CE	38	18	51	-21	12	-	129	595	28
Total	-15,5	-10,1	-12,7	-5,5	1,4	567,7	140,0	595,4	-2,3

EM95/EM85, Périmètre 76									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail + études pour chaque origine-destination									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	14	38	23	79	-49	-31	63	2	20
RLV	7	14	44	50	23	95	38	68	20
1CE	-5	10	-13	-21	-24	37	98	1	-3
1CO	-15	15	38	8	-19	107	25	20	10
2CE	-21	-7	-10	-4	8	-24	28	-10	0
Total	4,5	15,1	2,0	16,3	3,5	74,9	50,7	25,9	12,3

EM95/EM85, Périmètre 85									
% d'évolution des couples zone de résidence/zone de travail + études pour chaque origine-destination									
Rés\Trav +études	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	14	38	23	79	-49	-31	63	2	20
RLV	7	14	44	50	23	95	38	68	20
1CE	-5	10	-13	-21	-24	37	98	1	-3
1CO	-15	15	38	8	-19	107	25	20	10
2CE	-21	-7	-10	-4	8	-24	28	-10	0
2CO	27	48	6	15	104	-2	141	42	17
3CE	82	48	29	27	68	145	48	93	53
Total	7,4	17,6	3,9	16,3	9,6	19,8	50,9	33,1	15,2

Attention les effectifs de certaines cellules sont très faibles (Cf. matrices de l'annexe 6)

Annexe n°8 : Evolution de la population et de la composition des ménages

1976	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér 76
nombre de ménages	85531	162095	50422	51596	21580			371224
nombre individus enquêtés	187366	393564	151413	148595	64691			945630
nombre individus enquêtés +18ans	156620	311152	106238	109435	45668			729112
nombre individus par ménage	2,191	2,428	3,003	2,880	2,998			2,547
nombre individus +18ans / ménage	1,831	1,920	2,107	2,121	2,116			1,964

1985	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér 76	Total pér 85
nombre de ménages	79298	164694	52274	57480	28742	29582	19129	382488	431199
nombre individus enquêtés	152325	356454	138329	146656	82460	85793	55629	876224	1017646
nombre individus enquêtés +18ans	134255	300581	109680	116422	62803	63903	42459	723741	830103
nombre individus par ménage	1,921	2,164	2,646	2,551	2,869	2,900	2,908	2,291	2,360
nombre individus +18ans / ménage	1,693	1,825	2,098	2,025	2,185	2,160	2,220	1,892	1,925

1995	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér 76	Total pér 85
nombre de ménages	90089	199481	57767	67172	31793	39594	29930	446302	515826
nombre individus enquêtés	165020	402315	138844	159634	83208	104698	84385	949021	1138104
nombre individus enquêtés +18ans	152538	362608	119115	140664	70677	88681	71310	845602	1005593
nombre individus par ménage	1,832	2,017	2,404	2,376	2,617	2,644	2,819	2,126	2,206
nombre individus +18ans / ménage	1,693	1,818	2,062	2,094	2,223	2,240	2,383	1,895	1,949

Annexe n°9 : Evolution de la motorisation

Taux de motorisation moyen des ménages par zone de résidence (en nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
EM 76	0,70	0,84	1,02	1,08	1,05			0,88	
EM 85	0,79	0,93	1,04	1,23	1,24	1,50	1,58	0,98	1,05
EM 95	0,87	0,99	1,07	1,31	1,35	1,60	1,74	1,05	1,13

Taux de motorisation moyen des ménages par zone de résidence (en nombre de voitures possédées par ménage)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
EM 76	0,67	0,80	0,98	1,02	1,04			0,84	
EM 85	0,76	0,90	0,99	1,19	1,21	1,41	1,52	0,95	1,01
EM 95	0,81	0,94	1,02	1,25	1,29	1,51	1,60	1,00	1,07

Taux de motorisation moyen des individus enquêtés par zone de résidence (en nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
EM 76	0,32	0,35	0,34	0,38	0,35			0,35	
EM 85	0,41	0,43	0,39	0,48	0,43	0,52	0,54	0,43	0,44
EM 95	0,48	0,49	0,45	0,55	0,52	0,60	0,62	0,49	0,51

Taux de motorisation moyen par individus enquêtés par zone de résidence (en nombre de voitures possédées par ménage)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
EM 76	0,31	0,33	0,33	0,36	0,35			0,33	
EM 85	0,39	0,42	0,37	0,47	0,42	0,49	0,52	0,41	0,43
EM 95	0,44	0,46	0,43	0,53	0,49	0,57	0,57	0,47	0,48

Taux de motorisation moyen des individus enquêtés de 18 ans et plus par zone de résidence (en nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
EM 76	0,40	0,45	0,49	0,53	0,50			0,46	
EM 85	0,48	0,53	0,49	0,62	0,58	0,71	0,73	0,53	0,56
EM 95	0,52	0,55	0,51	0,63	0,60	0,72	0,73	0,56	0,59

Taux de motorisation moyen par individus enquêtés de 18 ans et plus par zone de résidence (en nombre de voitures possédées par ménage)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total	Total

								pér76	pér85
EM 76	0,38	0,43	0,47	0,50	0,49			0,44	
EM 85	0,46	0,51	0,47	0,60	0,56	0,67	0,70	0,50	0,54
EM 95	0,48	0,52	0,49	0,60	0,57	0,68	0,67	0,53	0,55

Répartition des ménages selon le voitures possédées ou à disposition									
EM76									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	Total pér76			
0 voiture	42,4%	33,4%	21,5%	22,1%	16,3%	31,3%			
1 voiture	46,1%	50,6%	57,3%	49,9%	63,4%	51,1%			
2 voitures	10,3%	14,5%	18,9%	25,8%	19,5%	16,0%			
3 voitures et +	1,2%	1,4%	2,3%	2,2%	0,9%	1,5%			
EM85									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
0 voiture	37,3%	28,3%	23,3%	15,6%	17,0%	10,3%	6,2%	26,7%	24,7%
1 voiture	47,8%	52,6%	53,5%	50,7%	47,5%	40,3%	40,0%	51,1%	49,9%
2 voitures	13,4%	17,4%	19,7%	28,9%	30,4%	38,3%	45,5%	19,6%	22,0%
3 voitures et +	1,5%	1,7%	3,6%	4,7%	5,1%	11,1%	8,3%	2,6%	3,5%
EM95									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
0 voiture	31,7%	27,6%	25,3%	15,3%	14,3%	9,3%	5,3%	25,3%	22,9%
1 voiture	51,2%	49,2%	46,8%	46,1%	43,0%	36,1%	31,6%	48,4%	46,5%
2 voitures	15,6%	20,3%	24,5%	32,0%	37,3%	42,6%	50,2%	22,8%	25,9%
3 voitures et +	1,5%	2,9%	3,4%	6,6%	5,4%	11,9%	13,0%	3,4%	4,6%

Répartition des ménages selon le voitures possédées									
EM76									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	Total pér76			
0 voiture	43,7%	34,4%	21,9%	23,3%	16,3%	32,3%			
1 voiture	46,0%	52,1%	60,3%	52,4%	64,4%	52,6%			
2 voitures	9,7%	12,5%	16,1%	23,0%	18,4%	14,1%			
3 voitures et +	0,6%	1,1%	1,8%	1,2%	0,9%	1,1%			
EM85									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
0 voiture	38,2%	28,9%	24,2%	16,6%	17,7%	10,5%	6,2%	27,5%	25,4%
1 voiture	49,6%	53,4%	55,6%	52,1%	48,4%	45,6%	44,3%	52,3%	51,5%
2 voitures	10,5%	16,4%	17,3%	27,5%	29,7%	36,5%	42,6%	18,0%	20,3%
3 voitures et +	1,7%	1,3%	2,9%	3,8%	4,3%	7,4%	7,0%	2,2%	2,7%

EM95									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	Total pér76	Total pér85
0 voiture	33,4%	28,7%	25,8%	15,8%	15,7%	10,3%	5,9%	26,4%	24,0%
1 voiture	52,7%	51,5%	48,6%	49,2%	45,6%	39,9%	37,9%	50,6%	49,1%
2 voitures	13,3%	17,6%	23,2%	29,5%	33,8%	40,2%	47,3%	20,4%	23,5%
3 voitures et +	0,6%	2,2%	2,4%	5,4%	4,9%	9,6%	8,9%	2,6%	3,5%

Annexe n°10 : Matrice des motorisations zonales spatialisées

La motorisation de l'origine-destination i/j est obtenue par moyenne sur les déplacements de la motorisation moyenne de la zone de résidence de l'individu réalisant le déplacement (Cf. chapitre 3, section 1.2). La définition retenue pour la motorisation moyenne de la zone est le nombre total de voitures possédées ou à disposition dans la zone / le nombre total d'individus de 18 ans et plus enquêtés dans la zone

EM 76, péri 76 : Matrices des motorisations zonales spatialisées							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	Total
HC	0,41	0,44	0,46	0,51	0,46	0,44	0,44
RLV	0,44	0,45	0,47	0,50	0,48	0,46	0,46
1CE	0,46	0,47	0,49	0,51	0,49	0,49	0,48
1CO	0,50	0,50	0,52	0,53	0,51	0,52	0,52
2CE	0,46	0,48	0,49	0,51	0,49	0,50	0,49
2CO + 3CE + 8	0,42	0,45	0,49	0,53	0,50	0,48	0,48
Total	0,44	0,46	0,48	0,52	0,49	0,48	0,47

EM 85, péri 76 : Matrices des motorisations zonales spatialisées							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	Total
HC	0,50	0,52	0,49	0,60	0,56	0,50	0,52
RLV	0,52	0,53	0,51	0,58	0,56	0,53	0,53
1CE	0,49	0,51	0,49	0,59	0,54	0,50	0,50
1CO	0,60	0,58	0,58	0,62	0,59	0,61	0,61
2CE	0,56	0,56	0,54	0,60	0,58	0,57	0,57
2CO + 3CE + 8	0,49	0,53	0,49	0,61	0,57	0,55	0,54
Total	0,52	0,53	0,50	0,61	0,57	0,54	0,54

EM 95, péri 76 : Matrices des motorisations zonales spatialisées							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	Total
HC	0,53	0,54	0,52	0,61	0,58	0,53	0,54
RLV	0,55	0,55	0,53	0,60	0,58	0,55	0,55
1CE	0,52	0,53	0,52	0,60	0,56	0,52	0,53
1CO	0,61	0,60	0,59	0,63	0,61	0,62	0,62
2CE	0,58	0,58	0,56	0,61	0,59	0,59	0,59
2CO + 3CE + 8	0,53	0,55	0,52	0,63	0,59	0,57	0,56
Total	0,54	0,55	0,53	0,62	0,59	0,56	0,56

EM 85, péri 85 : Matrices des motorisations zonales spatialisées									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	0,51	0,52	0,50	0,60	0,57	0,67	0,67	0,50	0,53
RLV	0,52	0,53	0,51	0,59	0,56	0,64	0,67	0,54	0,54
1CE	0,50	0,51	0,50	0,59	0,55	0,64	0,63	0,51	0,52
1CO	0,60	0,59	0,58	0,62	0,60	0,68	0,66	0,62	0,62
2CE	0,57	0,56	0,55	0,60	0,58	0,64	0,67	0,59	0,58
2CO	0,67	0,64	0,64	0,68	0,64	0,71	0,71	0,70	0,69
3CE	0,65	0,67	0,64	0,65	0,67	0,72	0,73	0,73	0,70
8	0,50	0,54	0,50	0,62	0,59	0,71	0,72	0,65	0,58
Total	0,53	0,54	0,52	0,62	0,58	0,69	0,70	0,59	0,57

EM 95, péri 85 : Matrices des motorisations zonales spatialisées									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	0,53	0,55	0,53	0,61	0,59	0,67	0,69	0,53	0,56
RLV	0,55	0,55	0,54	0,60	0,58	0,64	0,66	0,56	0,56
1CE	0,53	0,54	0,53	0,61	0,57	0,66	0,65	0,53	0,55
1CO	0,61	0,60	0,60	0,63	0,62	0,68	0,68	0,64	0,63
2CE	0,59	0,58	0,57	0,62	0,60	0,63	0,68	0,60	0,60
2CO	0,68	0,64	0,65	0,68	0,63	0,72	0,69	0,70	0,69
3CE	0,68	0,67	0,65	0,68	0,67	0,71	0,73	0,71	0,70
8	0,53	0,55	0,53	0,64	0,61	0,71	0,72	0,64	0,62
Total	0,55	0,56	0,55	0,63	0,60	0,69	0,70	0,62	0,59

Taux de variation entre EM 76 et EM 85 (périmètre 76)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	Total
HC	21,5%	17,9%	6,7%	17,9%	22,0%	14,7%	18,3%
RLV	17,8%	16,0%	7,3%	16,7%	16,5%	15,3%	15,9%
1CE	7,0%	7,0%	1,3%	14,3%	9,9%	2,6%	4,3%
1CO	18,3%	16,7%	12,3%	16,9%	15,8%	17,0%	16,9%
2CE	22,5%	15,9%	10,7%	17,7%	16,6%	15,3%	16,2%
2CO + 3CE + 8	17,4%	16,3%	1,4%	16,5%	15,6%	12,8%	13,4%
Total	18,3%	15,9%	4,3%	16,9%	16,1%	13,8%	15,0%

Taux de variation entre EM 85 et EM 95 (périmètre 76)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	Total
HC	6,1%	5,2%	5,3%	2,4%	3,6%	6,0%	5,2%
RLV	5,2%	4,9%	4,8%	2,8%	3,8%	4,9%	4,7%
1CE	5,2%	4,9%	4,9%	2,4%	3,9%	4,8%	4,8%
1CO	2,4%	2,8%	2,7%	1,7%	2,4%	1,9%	2,1%
2CE	3,7%	3,8%	3,8%	2,3%	3,2%	3,3%	3,4%
2CO + 3CE + 8	6,2%	4,9%	4,9%	1,8%	3,3%	4,0%	4,0%
Total	5,2%	4,7%	4,8%	2,1%	3,4%	4,1%	4,3%

Taux de variation entre EM 76 et EM 95 (périmètre 76)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	Total
HC	28,8%	24,1%	12,3%	20,7%	26,5%	21,5%	24,4%
RLV	23,9%	21,7%	12,4%	19,9%	20,9%	20,9%	21,3%
1CE	12,6%	12,2%	6,2%	17,1%	14,2%	7,5%	9,2%
1CO	21,2%	19,9%	15,2%	18,9%	18,6%	19,2%	19,3%
2CE	27,0%	20,3%	14,9%	20,4%	20,3%	19,1%	20,1%
2CO + 3CE + 8	24,8%	22,0%	6,4%	18,6%	19,4%	17,3%	18,0%
Total	24,5%	21,3%	9,3%	19,3%	20,1%	18,4%	19,9%

Taux de variation entre EM 85 et EM 95 (périmètre 85)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	Total
HC	5,8%	4,7%	6,7%	1,8%	3,5%	-0,2%	2,6%	7,0%	4,8%
RLV	4,8%	4,8%	5,4%	2,5%	3,9%	0,9%	-0,5%	3,3%	4,4%
1CE	5,7%	5,5%	6,0%	2,0%	4,7%	2,4%	2,8%	4,7%	6,2%
1CO	1,7%	2,4%	4,0%	1,1%	2,9%	-0,2%	3,3%	2,1%	2,0%
2CE	4,0%	3,5%	4,1%	2,5%	3,4%	-1,3%	1,6%	1,9%	3,5%

2CO	1,5%	0,7%	0,2%	-0,3%	-2,2%	1,2%	-2,1%	0,3%	0,5%
3CE	4,9%	0,7%	2,4%	4,6%	0,8%	-1,4%	-0,3%	-3,2%	0,5%
8	6,4%	3,6%	6,6%	3,6%	2,9%	0,8%	-0,1%	-1,4%	5,3%
Total	4,7%	4,4%	6,1%	1,9%	3,6%	0,6%	0,5%	5,3%	4,5%

Annexe n°11 : Matrice des motorisations individuelles spatialisées

La motorisation de l'origine-destination i/j est obtenue par moyenne sur les déplacements de l'équipement automobile des individus réalisant le déplacement (Cf. chapitre 3, section 1.2). La définition retenue pour l'équipement automobile d'un individu est le nombre de voitures possédées ou à disposition du ménage / le nombre total d'individus de 18 ans et plus enquêtés du ménage

EM 76, péri 76 : Matrices des motorisations individuelles spatialisées							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	total
HC	0,55	0,52	0,57	0,58	0,61	0,63	0,54
RLV	0,52	0,62	0,57	0,61	0,64	0,53	0,59
1CE	0,57	0,58	0,62	0,68	0,61	0,58	0,60
1CO	0,59	0,60	0,66	0,71	0,72	0,69	0,66
2CE	0,61	0,62	0,63	0,69	0,69	0,56	0,66
2CO + 3CE + 8	0,61	0,50	0,59	0,72	0,55	0,57	0,58
total	0,54	0,59	0,60	0,66	0,66	0,58	0,59

EM 85, péri 76 : Matrices des motorisations individuelles spatialisées							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	total
HC	0,61	0,59	0,54	0,66	0,68	0,72	0,61
RLV	0,58	0,68	0,60	0,68	0,64	0,71	0,65
1CE	0,56	0,60	0,61	0,60	0,67	0,68	0,61
1CO	0,69	0,68	0,60	0,76	0,76	0,74	0,72
2CE	0,69	0,63	0,68	0,75	0,69	0,60	0,68
2CO + 3CE + 8	0,72	0,69	0,72	0,76	0,62	0,79	0,72
total	0,61	0,65	0,61	0,72	0,68	0,71	0,65

EM 95, péri 76 : Matrices des motorisations individuelles spatialisées							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	total
HC	0,57	0,61	0,59	0,69	0,60	0,76	0,61
RLV	0,61	0,66	0,60	0,73	0,69	0,72	0,65
1CE	0,63	0,60	0,63	0,72	0,68	0,69	0,63
1CO	0,69	0,72	0,74	0,70	0,67	0,72	0,71
2CE	0,56	0,70	0,68	0,69	0,67	0,74	0,68
2CO + 3CE + 8	0,76	0,73	0,69	0,71	0,74	0,74	0,72
total	0,61	0,65	0,63	0,71	0,68	0,72	0,66

EM 85, péri 85 : Matrices des motorisations individuelles spatialisées									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	0,61	0,60	0,55	0,67	0,69	0,74	0,78	0,77	0,62
RLV	0,58	0,68	0,61	0,69	0,64	0,80	0,74	0,69	0,66
1CE	0,57	0,61	0,61	0,61	0,67	0,79	0,73	0,69	0,62
1CO	0,69	0,68	0,61	0,77	0,75	0,78	0,75	0,71	0,73
2CE	0,69	0,64	0,69	0,75	0,70	0,96	0,71	0,50	0,69
2CO	0,78	0,77	0,84	0,78	0,95	0,80	0,71	0,77	0,79
3CE	0,75	0,73	0,74	0,75	0,71	0,80	0,81	0,83	0,78
8	0,75	0,71	0,79	0,74	0,60	0,76	0,78	0,89	0,74
total	0,62	0,66	0,62	0,73	0,69	0,79	0,78	0,73	0,67

EM 95, péri 85 : Matrices des motorisations individuelles spatialisées									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	0,57	0,61	0,60	0,70	0,61	0,74	0,83	0,74	0,62
RLV	0,61	0,66	0,61	0,73	0,69	0,75	0,78	0,70	0,66
1CE	0,63	0,60	0,63	0,72	0,69	0,80	0,72	0,70	0,64
1CO	0,70	0,73	0,75	0,71	0,67	0,77	0,76	0,76	0,72
2CE	0,57	0,70	0,69	0,69	0,68	0,83	0,74	0,78	0,69
2CO	0,76	0,76	0,79	0,76	0,87	0,75	0,68	0,78	0,76
3CE	0,78	0,78	0,71	0,76	0,75	0,81	0,77	0,86	0,77
8	0,75	0,72	0,69	0,75	0,74	0,78	0,86	0,82	0,76
total	0,62	0,66	0,64	0,72	0,69	0,76	0,77	0,76	0,68

Taux de variation entre EM 76 et EM 85 (périmètre 76)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	total
HC	11,2%	14,0%	-5,5%	14,3%	11,2%	14,0%	12,1%
RLV	12,1%	9,8%	5,5%	12,2%	-0,4%	32,6%	10,3%
1CE	-0,9%	3,3%	-1,7%	-11,9%	9,1%	17,7%	0,6%
1CO	15,6%	11,8%	-8,8%	7,4%	5,4%	7,0%	8,8%
2CE	12,7%	2,4%	8,0%	8,2%	1,1%	7,6%	3,3%
2CO + 3CE + 8	18,2%	37,7%	22,3%	5,0%	12,5%	38,2%	23,4%
total	11,9%	10,5%	0,9%	8,7%	2,9%	21,4%	9,2%

Taux de variation entre EM 85 et EM 95 (périmètre 76)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	total
HC	-6,4%	2,5%	10,3%	3,7%	-11,5%	5,9%	-0,4%
RLV	4,6%	-2,2%	-0,4%	6,3%	8,2%	1,8%	0,6%
1CE	10,9%	0,4%	3,8%	20,6%	1,9%	0,9%	3,9%
1CO	0,9%	7,2%	23,5%	-7,7%	-12,0%	-3,3%	-2,2%
2CE	-18,4%	10,1%	-0,3%	-8,1%	-3,2%	22,5%	-0,4%
2CO + 3CE + 8	6,5%	5,3%	-4,5%	-7,1%	18,1%	-7,3%	1,0%
total	0,0%	0,6%	3,4%	-2,3%	-0,3%	1,9%	1,0%

Taux de variation entre EM 76 et EM 95 (périmètre 76)							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO + 3CE + 8	total
HC	4,0%	16,8%	4,3%	18,6%	-1,5%	20,8%	11,7%
RLV	17,2%	7,4%	5,1%	19,3%	7,8%	35,0%	11,0%
1CE	9,9%	3,8%	2,0%	6,3%	11,1%	18,7%	4,5%
1CO	16,6%	19,9%	12,6%	-0,9%	-7,2%	3,5%	6,4%
2CE	-8,0%	12,8%	7,6%	-0,5%	-2,1%	31,8%	2,9%
2CO + 3CE + 8	25,8%	45,0%	16,8%	-2,4%	32,9%	28,1%	24,6%
total	11,9%	11,1%	4,3%	6,2%	2,6%	23,7%	10,3%

Taux de variation entre EM 85 et EM 95 (périmètre 85)									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	8	total
HC	-6,5%	2,5%	9,6%	4,2%	-12,2%	-0,4%	5,4%	-3,7%	-0,4%
RLV	4,8%	-2,1%	0,0%	6,6%	7,4%	-5,4%	4,9%	0,8%	0,6%
1CE	9,8%	-0,1%	3,6%	16,8%	2,1%	1,2%	-1,2%	1,7%	3,6%
1CO	1,3%	7,1%	23,2%	-7,7%	-10,6%	-1,1%	1,7%	6,6%	-1,6%
2CE	-17,7%	9,8%	0,5%	-7,6%	-2,9%	-13,9%	4,0%	57,0%	-0,1%

2CO	-2,0%	-1,2%	-7,0%	-3,0%	-8,3%	-6,1%	-3,1%	1,3%	-4,3%
3CE	3,9%	6,4%	-3,3%	1,6%	5,8%	1,1%	-5,3%	4,6%	-1,7%
8	0,7%	2,8%	-13,2%	1,3%	23,2%	2,9%	10,5%	-7,9%	3,3%
total	-0,1%	0,6%	3,1%	-1,9%	-0,1%	-4,0%	-1,6%	4,9%	0,7%

Annexe n°12 : Matrice des autres facteurs a_{ij} , motorisation individuelle spatialisée

$$\text{Formulation logistique } a_{ij} = \frac{\ln\left(\frac{1}{p_{TCij}} - 1\right)}{\alpha} - m_{ij} ; \mathbf{a} = \mathbf{1}.$$

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation individuelle spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

EM 76, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	22,8	-12,8	16,1	16,5	20,0	303,7	6,7
RLV	-11,3	107,7	56,1	116,9	123,9	149,6	66,6
1CE	14,6	49,0	164,6	188,0	198,2	-	109,8
1CO	32,1	115,9	165,7	180,6	189,3	319,4	128,3
2CE	58,1	110,3	220,7	182,1	329,6	-	199,5
externe	317,6	220,9	-	261,5	-	-	310,8
total	9,3	66,0	113,3	123,1	194,8	265,7	69,8

EM 85, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	-35,3	-22,2	-33,7	-3,8	-7,6	205,7	-22,2
RLV	-26,8	86,6	65,2	70,1	66,5	249,3	52,4
1CE	-26,8	70,6	95,8	47,7	148,6	299,6	75,8
1CO	0,5	66,2	107,8	194,2	245,1	301,1	108,7
2CE	-2,3	56,4	147,9	163,0	179,1	194,5	127,0
externe	241,8	319,2	318,4	377,8	211,4	-	302,2
total	-22,7	54,4	75,2	106,3	129,0	258,7	51,5

EM 95, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	-35,5	-30,5	-6,2	28,8	9,3	190,2	-20,0
RLV	-27,1	82,7	72,5	79,5	80,8	189,7	54,7
1CE	-3,1	65,6	122,9	111,4	162,8	196,8	92,3
1CO	23,8	84,6	129,3	205,8	144,8	277,0	145,8
2CE	-7,8	94,5	183,0	135,1	195,8	263,5	159,3
externe	216,9	181,8	206,7	323,0	386,5	-	243,5
total	-19,0	53,8	94,9	145,4	157,7	231,1	64,7

EM 85, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	-35,0	-20,6	-30,9	-3,0	-6,8	43,1	100,9	327,4	-19,2
RLV	-25,6	87,3	67,1	73,1	68,7	113,8	165,2	274,9	54,6
1CE	-25,0	72,5	97,3	53,3	151,2	267,4	209,2	406,9	80,3
1CO	1,2	69,3	109,2	195,6	249,0	199,2	374,5	375,0	114,8
2CE	1,7	58,7	150,5	167,0	180,3	136,7	293,1	135,8	133,6
2CO	42,1	137,9	272,5	201,9	86,2	300,6	232,5	-	199,8
3CE	164,1	184,7	200,1	-	303,5	231,6	347,9	-	273,2
externe	-	337,0	-	-	144,8	-	-	-	372,2
total	-19,8	56,9	79,6	112,1	134,8	194,8	258,9	314,4	65,5

EM 95, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	-33,4	-29,3	-2,7	32,9	10,8	65,9	94,4	195,2	-15,5
RLV	-25,6	83,8	73,7	82,8	79,6	117,4	173,4	239,9	57,4
1CE	1,6	67,0	126,5	117,6	165,0	130,3	179,7	234,1	98,1
1CO	28,2	87,3	136,7	208,4	146,7	227,7	288,7	307,1	151,6
2CE	-5,3	94,4	185,7	135,1	197,5	259,4	213,2	338,4	162,7
2CO	93,3	121,4	152,2	259,2	146,6	292,7	186,0	469,5	217,9
3CE	118,1	170,1	187,9	207,1	256,5	219,9	329,6	-	249,5
externe	192,0	219,9	274,1	332,9	347,5	459,7	-	-	282,8
total	-13,6	56,6	100,7	151,2	160,3	205,4	240,3	290,4	81,2

Formulation exponentielle $a_{ij} = P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij})$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation zonale spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

EM 76, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	67,2	28,8	43,1	26,6	25,1	19,8	40,0
RLV	58,0	45,6	17,5	14,2	12,8	0,0	28,2
1CE	51,8	26,8	17,4	15,2	14,0	4,0	24,3
1CO	42,9	28,2	10,4	15,0	3,6	0,0	12,7
2CE	4,1	10,3	0,0	7,1	0,0	0,0	4,4
externe	59,6	40,2	27,4	25,4	13,3	6,8	39,0
total	50,6	33,7	22,9	20,8	10,9	5,7	32,6

EM 85, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	66,8	61,9	65,6	55,5	56,9	9,7	61,9
RLV	63,4	28,3	33,8	32,3	33,4	6,4	37,2
1CE	63,3	32,5	26,4	38,7	16,6	4,0	31,1
1CO	54,0	33,4	23,9	10,7	6,6	3,9	23,3
2CE	55,0	36,1	16,7	14,3	12,5	11,1	20,1
externe	6,9	3,3	3,3	1,8	9,4	0,0	3,8
total	62,1	36,7	31,3	23,8	19,7	5,9	37,5

EM 95, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	78,8	78,0	67,0	54,5	60,8	14,0	73,3
RLV	76,5	35,7	38,3	37,1	36,4	14,0	44,5
1CE	66,5	40,4	25,3	28,3	17,8	13,1	32,8
1CO	56,5	35,5	24,3	12,0	21,0	6,1	20,9
2CE	66,8	32,6	14,8	22,9	13,2	6,9	18,4
externe	10,8	15,1	11,9	3,9	2,1	0,0	8,4
total	72,9	44,8	32,1	20,9	18,7	9,5	41,2

EM 85, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	80,3	73,3	76,1	67,4	69,6	49,6	31,3	3,7	73,4
RLV	75,1	34,5	40,0	38,8	39,8	28,0	17,6	6,2	44,5
1CE	74,4	38,3	31,4	44,5	19,8	6,7	11,7	1,7	36,1
1CO	66,0	39,9	28,3	13,3	8,0	12,8	2,3	2,3	27,5
2CE	65,9	43,0	20,0	17,3	15,2	23,2	5,2	22,2	23,2
2CO	50,4	22,6	6,4	12,5	36,3	4,8	9,3	0,0	12,8

3CE	17,7	14,7	12,7	0,0	4,7	9,4	3,0	0,0	6,3
externe	0,0	3,4	0,0	0,0	20,8	0,0	0,0	0,0	2,4
total	73,6	43,8	36,3	28,2	23,0	13,4	7,3	4,2	41,1

EM 95, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	78,2	77,7	65,7	53,0	60,3	41,5	33,3	13,3	71,6
RLV	76,0	35,4	38,0	36,1	36,8	27,0	16,3	8,7	43,6
1CE	64,5	40,0	24,6	26,8	17,5	24,2	15,3	9,2	31,3
1CO	54,8	34,7	22,7	11,7	20,6	9,8	5,4	4,5	19,8
2CE	66,0	32,6	14,5	22,9	13,0	7,2	11,2	3,3	17,9
2CO	33,2	26,1	19,9	7,2	21,1	5,2	14,4	0,9	10,7
3CE	26,9	16,8	14,2	11,9	7,4	10,6	3,6	0,0	7,9
externe	13,7	10,5	6,2	3,5	3,1	1,0	0,0	0,0	5,8
total	70,9	43,9	30,6	19,9	18,3	12,1	8,7	5,3	36,2

Annexe n°13 : Matrice des autres facteurs a_{ij} , motorisation zonale spatialisée

$$\text{Formulation logistique } a_{ij} = \frac{\ln\left(\frac{1}{p_{TCij}} - 1\right)}{\alpha} - m_{ij} ; \mathbf{a} = \mathbf{1}.$$

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation zonale spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

EM 76, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	36,3	-4,8	26,9	24,1	35,3	323,0	17,2
RLV	-3,5	124,1	65,8	127,8	139,8	157,3	79,8
1CE	25,3	59,2	177,8	204,3	210,3	-	121,9
1CO	41,1	126,3	180,0	198,4	209,9	336,3	142,9
2CE	73,1	124,1	234,9	200,5	348,9	-	216,3
externe	336,2	226,1	-	281,2	-	-	321,1
total	19,8	79,1	125,3	137,7	211,9	276,6	82,6

EM 85, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	-24,4	-14,8	-29,1	3,1	4,5	227,4	-13,2
RLV	-20,6	101,8	74,6	80,1	74,3	267,5	64,4
1CE	-19,9	79,4	107,3	48,7	161,4	317,6	86,2
1CO	9,5	75,4	110,0	208,3	261,4	314,0	120,4
2CE	10,2	64,2	161,8	178,1	191,0	197,4	138,0
externe	264,0	336,1	341,0	392,3	216,4	-	319,7
total	-13,8	66,4	85,7	118,0	140,1	275,6	62,7

EM 95, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	-31,6	-24,2	1,4	36,8	11,5	213,2	-13,9
RLV	-20,8	93,8	79,1	92,2	91,6	206,6	64,5
1CE	7,3	72,3	134,2	123,2	174,8	213,0	102,7
1CO	32,0	97,0	144,0	213,0	150,6	286,3	154,7
2CE	-10,0	106,6	194,7	142,7	203,5	278,0	168,2
externe	240,7	199,8	223,7	331,1	401,0	-	259,5
total	-12,8	63,7	105,1	154,1	166,6	247,0	74,3

EM 85, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	-24,1	-13,0	-26,2	4,0	5,4	49,6	112,4	354,1	-10,3
RLV	-19,3	102,3	76,5	83,1	76,8	129,7	172,9	290,1	66,3
1CE	-17,9	81,8	108,9	55,4	163,7	282,4	218,7	425,2	90,7
1CO	10,2	78,4	111,6	209,8	264,5	209,0	383,3	383,8	126,2
2CE	14,2	66,6	164,1	181,2	192,2	168,8	297,2	126,9	144,3
2CO	52,5	150,8	292,5	211,9	117,1	310,0	232,5	-	209,9
3CE	174,3	191,5	210,3	-	307,6	239,6	356,2	-	281,3
externe	-	354,0	-	-	145,8	-	-	-	387,5
total	-10,8	68,8	90,0	123,4	145,5	204,9	267,0	328,2	76,1

EM 95, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	-29,4	-22,7	3,9	41,7	12,6	72,2	108,5	215,5	-9,2
RLV	-19,0	94,8	80,4	95,8	90,3	128,4	185,1	253,8	67,3
1CE	11,4	73,4	137,2	128,8	176,4	144,9	186,6	251,2	107,5
1CO	37,1	99,8	150,8	216,0	152,5	236,8	296,7	319,2	160,6
2CE	-7,4	106,6	197,3	142,1	205,3	279,1	219,1	356,8	171,2
2CO	101,1	133,0	166,1	267,0	171,0	296,4	185,3	477,4	224,4
3CE	128,1	181,1	194,0	214,9	264,2	229,7	334,0	-	256,0
externe	214,3	236,9	289,7	344,6	360,8	466,1	-	-	297,5
total	-7,3	66,5	109,9	160,1	168,8	211,9	246,8	304,7	89,8

Formulation exponentielle $a_{ij} = P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij})$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation individuelle spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

EM 76, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	54,5%	67,8%	57,5%	57,5%	56,7%	4,7%	60,6%
RLV	67,2%	28,8%	43,1%	26,6%	25,1%	19,8%	40,0%
1CE	58,0%	45,6%	17,5%	14,2%	12,8%	0,0%	28,2%
1CO	51,8%	26,8%	17,4%	15,2%	14,0%	4,0%	24,3%
2CE	42,9%	28,2%	10,4%	15,0%	3,6%	0,0%	12,7%
externe	4,1%	10,3%	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	4,4%
total	59,6%	40,2%	27,4%	25,4%	13,3%	6,8%	39,0%

EM 85, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	80,1%	73,9%	77,0%	67,7%	69,8%	12,0%	74,3%
RLV	75,5%	34,6%	40,5%	39,7%	40,4%	7,9%	45,2%
1CE	74,9%	38,8%	31,7%	46,3%	20,3%	4,9%	37,3%
1CO	66,3%	40,9%	28,7%	13,4%	8,3%	4,8%	29,0%
2CE	67,5%	43,7%	20,4%	17,9%	15,4%	13,3%	24,6%
externe	8,5%	4,0%	4,1%	2,3%	11,3%	0,0%	4,8%
total	74,5%	44,5%	37,5%	29,6%	24,1%	7,3%	45,5%

EM 95, péri 76 : Matrice des autres facteurs a_{ij}							
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	externe	total
HC	75,8	73,3	62,1	50,3	59,5	11,1	68,9
RLV	71,9	31,9	35,8	32,6	32,7	11,8	40,3
1CE	59,9	37,8	22,6	25,1	15,8	11,1	29,6
1CO	52,1	31,4	21,0	11,2	19,8	5,5	19,1
2CE	68,3	28,9	13,2	21,2	12,2	6,0	16,9
externe	8,6	12,6	10,0	3,6	1,8	0,0	7,2
total	68,5	40,6	29,0	19,2	17,1	8,1	37,4

EM 85, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	72,0	68,0	72,6	62,8	61,7	46,5	27,9	2,8	67,1
RLV	70,6	29,7	36,4	35,1	36,7	23,9	16,3	5,3	39,6
1CE	69,3	34,9	27,9	43,6	17,5	5,8	10,6	1,4	32,5
1CO	60,3	36,4	27,7	11,5	6,8	11,6	2,1	2,1	24,6
2CE	58,1	39,7	17,4	15,0	13,5	16,8	5,0	24,3	20,9
2CO	45,4	19,8	5,2	11,3	26,7	4,4	9,3	0,0	11,5
3CE	16,0	13,7	11,5	0,0	4,5	8,7	2,8	0,0	5,8

externe	0,0	2,9	0,0	0,0	20,6	0,0	0,0	0,0	2,1
total	67,3	38,9	32,7	25,2	20,6	12,1	6,7	3,7	36,9

EM 95, péri 85 : Matrice des autres facteurs a_{ij}									
	HC	RLV	1CE	1CO	2CE	2CO	3CE	externe	total
HC	75,1	72,7	61,5	48,5	59,2	38,9	28,9	10,8	67,3
RLV	71,2	31,7	35,5	31,7	33,1	24,2	14,5	7,6	39,5
1CE	58,5	37,5	22,1	24,0	15,6	20,9	14,3	7,7	28,5
1CO	50,1	30,7	19,7	10,9	19,5	8,9	5,0	4,0	18,1
2CE	67,4	28,9	12,9	21,4	12,0	5,9	10,6	2,8	16,4
2CO	30,7	23,2	17,3	6,7	16,5	5,0	14,5	0,8	10,1
3CE	24,3	15,1	13,4	11,0	6,9	9,6	3,5	0,0	7,4
externe	11,0	8,9	5,3	3,1	2,7	0,9	0,0	0,0	5,0
total	66,5	39,8	27,9	18,2	16,8	11,3	8,1	4,6	33,3

Annexe n°14 : Tableau des parts de marché des transports collectifs

$$\text{Formulation logistique } a_{ij} = \frac{\ln(\frac{1}{p_{TCij}} - 1)}{\alpha} - m_{ij}; P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij}))}}; \mathbf{a} = \mathbf{1}.$$

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation individuelle spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

Variations entre EM 76 et EM 85 sur le périmètre 76								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$
P_{TC}	21,54%	23,80%	26,10%	20,74%	20,26%	19,48%	24,64%	25,23%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$
P_{TC}	23,80%	21,37%	23,05%	23,71%	21,97%	21,90%	21,43%	22,98%

Variations entre EM 76 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$
P_{TC}	21,54%	21,37%	25,27%	20,67%	19,03%	18,24%	22,25%	24,31%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 85								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$
P_{TC}	20,92%	18,37%	20,14%	20,87%	19,01%	18,96%	18,40%	20,09%

$$\text{Formulation logistique } a_{ij} = \frac{\ln(\frac{1}{p_{TCij}} - 1)}{\alpha} - m_{ij}; P_{TCij} = \frac{1}{1 + e^{\alpha * (m_{ij} + h''(a_{ij}))}}; \mathbf{a} = \mathbf{1}.$$

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation zonale spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

Variations entre EM 76 et EM 85 sur le périmètre 76								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$
P_{TC}	21,54%	23,80%	26,43%	20,48%	20,26%	19,24%	24,95%	25,23%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$
P_{TC}	23,80%	21,37%	23,37%	23,41%	21,97%	21,61%	21,74%	22,98%

Variations entre EM 76 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_2$	$p_1 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_1$	$p_2 m_2 a_1$	$p_2 m_1 a_2$	$p_1 m_2 a_2$

P _{TC}	21,54%	21,37%	25,90%	20,12%	19,03%	17,76%	22,80%	24,31%
-----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 85								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	20,92%	18,37%	20,42%	20,60%	19,01%	18,71%	18,66%	20,09%

Formulation exponentielle $a_{ij} = P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij})$; $P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + b)$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation individuelle spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

Variations entre EM 76 et EM 85 sur le périmètre 76								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	21,54%	23,80%	26,57%	20,42%	20,26%	19,17%	25,08%	25,23%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	23,80%	21,37%	23,08%	23,67%	21,97%	21,86%	21,47%	22,98%

Variations entre EM 76 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	21,54%	21,37%	25,78%	20,29%	19,03%	17,92%	22,68%	24,31%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 85								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	20,92%	18,37%	20,16%	20,84%	19,01%	18,93%	18,42%	20,09%

Formulation exponentielle $a_{ij} = P_{TCij} * \exp(\alpha * m_{ij})$; $P_{TCij} = h(a_{ij}) / \exp(\alpha * m_{ij} + \beta)$; **a = 1.**

La motorisation de l'origine-destination i/j correspond à la **motorisation zonale spatialisée des individus de plus de 18 ans**. L'ensemble des véhicules, possédées et à disposition, sont pris en compte dans le calcul.

Variations entre EM 76 et EM 85 sur le périmètre 76								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	21,54%	23,80%	27,07%	20,07%	20,26%	18,86%	25,56%	25,23%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	23,80%	21,37%	23,56%	23,22%	21,97%	21,44%	21,91%	22,98%

Variations entre EM 76 et EM 95 sur le périmètre 76								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	21,54%	21,37%	26,78%	19,57%	19,03%	17,29%	23,54%	24,31%

Variations entre EM 85 et EM 95 sur le périmètre 85								
	$p_1m_1a_1$	$p_2m_2a_2$	$p_1m_1a_2$	$p_1m_2a_1$	$p_2m_1a_1$	$p_2m_2a_1$	$p_2m_1a_2$	$p_1m_2a_2$
P_{TC}	20,92%	18,37%	20,57%	20,44%	19,01%	18,58%	18,80%	20,09%

Annexe n°15 : Décomposition des effets, comparaison des formulations mathématiques de la part de marché des TC en fonction de la motorisation et des autres facteurs

Dans cette annexe, nous reprenons le tableau de décomposition des effets, pour chacune des formulations mathématiques de la part de marché des transports collectifs en fonction de la motorisation et des autres facteurs, à l'exception des deux formulations (logistique et dernière formulation exponentielle) pour lesquels les tableaux sont présentés dans le corps du rapport. La matrice des motorisations est issue des deux méthodes de calculs : motorisation individuelle spatialisée, motorisation zonale spatialisée, des individus de plus de 18 ans pour les voitures possédées et à disposition.

Formulation linéaire : $P_{TCij} = 100 \% - (\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij}) = 100 \% - (m_{ij} + cste) * h'(a_{ij})$;
cste=0 ; motorisation zonale spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,479	0,865	0,299	0,871
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,598	1,096	1,685	1,085
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,895	0,987	0,596	0,993
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,029	1,016	1,057	1,011
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,532	1,019	2,239	1,016
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,090	1,005	1,580	1,003
somme des effets doubles et triple	1,7560	1,0532	3,2809	1,0377
produit des effets doubles et triples	1,5366	1,0264	2,2285	1,0229

Formulation linéaire : $P_{TCij} = 100 \% - (\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij}) = 100 \% - (m_{ij} + cste) * h'(a_{ij})$;
cste=0 ; motorisation individuelle spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,703	0,989	0,689	1,011
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,426	0,970	1,391	0,941
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,921	1,011	0,865	1,012
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,034	0,995	1,045	0,992
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,169	1,007	1,177	1,009
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,054	1,002	1,100	1,003

somme des effets doubles et triple	1,3359	1,0241	1,4576	1,0318
produit des effets doubles et triples	1,1727	1,0142	1,1717	1,0154

Formulation exponentielle : $P_{TCij} = \exp((\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij})) = \exp((m_{ij} + cste) * h'(a_{ij}))$; $cste=1$; motorisation zonale spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,938	0,981	0,918	0,982
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,237	0,985	1,216	0,979
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,998	0,999	0,996	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,005	1,008	1,000	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,009	1,000	1,011	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0157	1,0088	1,0158	1,0073
produit des effets doubles et triples	1,0121	1,0070	1,0064	1,0059

Formulation exponentielle : $P_{TCij} = \exp((\alpha * m_{ij} + \beta) * h(a_{ij})) = \exp((m_{ij} + cste) * h'(a_{ij}))$; $cste=1$; motorisation individuelle spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,958	0,997	0,954	0,998
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,215	0,969	1,177	0,962
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,997	1,001	0,997	1,001
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,005	1,007	0,999	1,005
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,007	1,000	1,005	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0148	1,0077	1,0095	1,0066
produit des effets doubles et triples	1,0097	1,0076	1,0001	1,0066

Formulation exponentielle : $P_{VPij} = \exp(h(a_{ij}) / (\alpha * m_{ij} + \beta)) = \exp(h'(a_{ij}) / (m_{ij} + cste))$;
 $cste = 0,5$; motorisation zonale spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,942	0,981	0,923	0,982
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,240	0,985	1,219	0,978
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	1,000	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,996	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,003	1,000	1,003	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0078	1,0077	1,0080	1,0065
produit des effets doubles et triples	1,0062	1,0072	0,9986	1,0061

Formulation exponentielle : $P_{VPij} = \exp(h(a_{ij}) / (\alpha * m_{ij} + \beta)) = \exp(h'(a_{ij}) / (m_{ij} + cste))$;
 $cste = 0,5$; motorisation individuelle spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,960	0,996	0,956	0,997
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,216	0,969	1,178	0,962
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	1,000	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,996	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,003	1,001	1,002	1,001
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0088	1,0084	1,0072	1,0072
produit des effets doubles et triples	1,0065	1,0083	0,9977	1,0072

Formulation exponentielle : $P_{VPij} = h(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij} + \beta) = h'(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij})$; $\alpha = 0,2$

nous avons choisi une constante différente de 1, car elle conduisait à un effet motorisation manifestement trop important. La constante a été choisie de telle sorte que l'effet motorisation soit proche de celui obtenue avec la formulation logistique. Ce choix est évidemment arbitraire, il vise seulement à faciliter les comparaisons des formulations mathématiques.

motorisation zonale spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,951	0,986	0,934	0,986
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,217	0,980	1,191	0,974
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,995	0,999	0,987	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,007	1,009	1,006	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,012	1,000	1,015	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	1,003	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0253	1,0103	1,0360	1,0083
produit des effets doubles et triples	1,0149	1,0070	1,0099	1,0059

Formulation exponentielle : $P_{VPij} = h(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij} + \beta) = h'(a_{ij}) * \exp(\alpha * m_{ij})$; $\alpha = 0,2$

motorisation individuelle spatialisée

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,965	1,000	0,964	1,003
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,205	0,966	1,163	0,958
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,993	1,002	0,989	1,002
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,008	1,006	1,004	1,004
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,008	1,000	1,007	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,002	1,000	1,002	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0240	1,0077	1,0234	1,0064
produit des effets doubles et triples	1,0107	1,0070	1,0019	1,0062

Annexe n°16 : Décomposition des effets, comparaison des modes de calcul de la motorisation

Les résultats ne sont produits que pour la formulation logistique (constante = 1) de la part de marché des TC en fonction de la motorisation et des autres facteurs.

Motorisation individuelle spatialisée, motorisation individuelle des plus de 18 ans, voitures possédées et à disposition

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,963	0,996	0,959	0,997
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,211	0,969	1,173	0,962
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,999	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,997	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,001	1,003	1,001
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0100	1,0082	1,0076	1,0071
produit des effets doubles et triples	1,0072	1,0081	0,9982	1,0071

Motorisation individuelle spatialisée, motorisation individuelle des plus de 18 ans, voitures possédées uniquement

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,959	1,007	0,966	1,007
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,216	0,958	1,165	0,953
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,998	1,001	0,999	1,001
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,007	0,996	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,005	1,001	1,003	1,001
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0110	1,0084	1,0072	1,0074
produit des effets doubles et triples	1,0076	1,0084	0,9978	1,0074

Motorisation individuelle spatialisée, motorisation individuelle, voitures possédées et à disposition

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,955	0,970	0,926	0,969
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,221	0,995	1,213	0,991
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	0,999	0,998	0,998
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,998	1,008
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,001	1,004	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0091	1,009	1,0132	1,0082
produit des effets doubles et triples	1,0077	1,0078	1,0038	1,0065

Motorisation individuelle spatialisée, motorisation individuelle, voitures possédées uniquement

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,954	0,980	0,935	0,978
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,223	0,984	1,202	0,981
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,998	0,999	0,998	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,998	1,008
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,001	1,004	1,001
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0108	1,0099	1,0085	1,0096
produit des effets doubles et triples	1,0076	1,0081	0,9990	1,0069

Motorisation individuelle spatialisée, motorisation du ménage, voitures possédées et à disposition

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,953	0,969	0,922	0,968
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,228	0,996	1,223	0,993
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,996	0,999	0,996	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,007	1,008	1,001	1,008
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,001	1,001	1,002	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,998	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0122	1,0102	1,0087	1,0095
produit des effets doubles et triples	1,0041	1,0079	0,9969	1,0058

Motorisation individuelle spatialisée, motorisation du ménage, voitures possédées uniquement

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,945	0,994	0,938	0,990
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,237	0,971	1,202	0,970
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,995	0,999	0,996	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,007	1,008	1,001	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,002	1,001	1,001	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0145	1,0094	1,0075	1,0083
produit des effets doubles et triples	1,0053	1,0082	0,9963	1,0065

Motorisation zonale spatialisée, motorisation individuelle des plus de 18 ans, voitures possédées et à disposition

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,951	0,984	0,934	0,984
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,227	0,982	1,203	0,976
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,999	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,997	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,000	1,005	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0088	1,0079	1,0096	1,0065
produit des effets doubles et triples	1,0072	1,0072	1,0001	1,0061

Motorisation zonale spatialisée, motorisation individuelle des plus de 18 ans, voitures possédées uniquement

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,958	0,983	0,940	0,992
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,219	0,982	1,195	0,968
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,999	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,996	1,006
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,003	1,000	1,004	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	1,000	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0080	1,0079	1,0091	1,0063
produit des effets doubles et triples	1,0065	1,0072	0,9996	1,0063

Motorisation zonale spatialisée, motorisation individuelle, voitures possédées et à disposition

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,941	0,957	0,898	0,955
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,238	1,009	1,246	1,005
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	0,999	0,998	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,998	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,005	1,000	1,009	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0091	1,0090	1,0132	1,0082
produit des effets doubles et triples	1,0077	1,0078	1,0038	1,0065

Motorisation zonale spatialisée, motorisation individuelle, voitures possédées uniquement

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,941	0,965	0,906	0,963
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,239	1,001	1,236	0,997
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,999	1,000	0,998	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,004	1,008	0,997	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,005	1,000	1,008	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0092	1,0086	1,0124	1,0078
produit des effets doubles et triples	1,0079	1,0077	1,0029	1,0065

Motorisation zonale spatialisée, motorisation du ménage, voitures possédées et à disposition

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,935	0,954	0,889	0,953
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,248	1,012	1,258	1,008
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,998	0,999	0,998	0,999
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,005	1,008	0,999	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,004	1,000	1,009	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0118	1,0088	1,0133	1,0079
produit des effets doubles et triples	1,0073	1,0078	1,0038	1,0061

Motorisation zonale spatialisée, motorisation du ménage, voitures possédées uniquement

	EM 85 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 76)	EM 95 / EM 76 (pér 76)	EM 95 / EM 85 (pér 85)
Taux global de variation	1,105	0,898	0,992	0,878
Effet localisation l_{ij}	0,940	0,923	0,883	0,908
Effet motorisation m_{ij}	0,930	0,973	0,904	0,968
Effet des autres facteurs a_{ij}	1,253	0,993	1,240	0,992
Effet double (l_{ij}, m_{ij})	0,998	1,000	0,998	1,000
Effet double (l_{ij}, a_{ij})	1,005	1,007	0,998	1,007
Effet double (m_{ij}, a_{ij})	1,005	1,000	1,007	1,000
Effet triple (l_{ij}, m_{ij}, a_{ij})	1,000	1,000	0,999	1,000
somme des effets doubles et triple	1,0121	1,0077	1,0113	1,0070
produit des effets doubles et triples	1,0082	1,0075	1,0018	1,0062

Annexe n°17 : Aires des enquêtes ménages 1976, 1985 et 1995

BIBLIOGRAPHIE

- Andan O, Bonnel P, Raux C (1988), *Les analyses des comportements de mobilité individuelle quotidienne, une synthèse bibliographique*, Laboratoire d'Economie des Transports, pour le compte du SERT, Ministère des Transports, Lyon, 118p.
- Andan O, Faivre d'Arcier B, Raux C, Cusset J-M (1991), *Transports et modes de vie des ménages périurbains*, Lyon : INRETS, LET, 202p.
- Bonnafous A (1992), Structures démographiques et comportements sociaux, rapport introductif au symposium de la CEMT *La croissance des transports en question*, Lyon : LET, 37p.
- Bonnafous A, Patier-Marque D, Plassard F (1981), *Mobilité et vie quotidienne - Suivi expérimental du métro*, Lyon : Presses Universitaires de Lyon, 172p.
- Bonnafous A, Tabourin E (1995), Modèles de simulation stratégique, Laboratoire d'Economie des Transports, 7ème WCTR, Sydney, 17p.
- Bonnel P, Demanget S, Rabilloud JL, Thome B (1994), *Politiques de déplacements urbains en Europe, analyse comparative: Espagne, France, Grande Bretagne, Italie, Norvège, Suisse*, LET, Lyon, 49p.
- CETE de Lyon, D.E.U. (1977), *Enquête Ménages de Lyon 1976*, document technique, Lyon : CETE de Lyon, 49p.
- CETE de Lyon (1986), *Enquête Ménages Lyon 1985*, document technique, Lyon : CETE de Lyon, 156p.
- CETE de Lyon, SYTRAL, INSEE (1995), *Enquête « Déplacements auprès des ménages de l'agglomération lyonnaise » 1994 - 1995*, document technique, Lyon : CETE de Lyon, 119p.
- Conférence Européenne des Ministres des Transports (1977), *Motifs psychologiques qui guident les usagers*, table ronde 34, Paris : OCDE, 83p.
- Conférence Européenne des Ministres des Transports (1985), *Evolution de la motivation des usagers en matière de choix modal : Transport de personnes*, table ronde 68, Paris : OCDE, 107p.
- Conférence Européenne des Ministres des Transports (1992), *Les changements structurels de la population et leurs impacts sur les transports de voyageurs*, table ronde 88, Paris : OCDE, 168p.

Conférence Européenne des Ministres des Transports (1993), *Marketing et qualité de service dans le transport public*, table ronde 92, Paris : OCDE, 205p.

Conférence Européenne des Ministres des Transports (1996), *Réduire ou repenser la mobilité urbaine quotidienne?*, table ronde 102, Paris : OCDE, 231p.

CETUR (1990) *10 ans de mobilité urbaine*, Bagneux : CETUR, 75p. + annexes.

Dagnelie P, *Théorie et méthodes statistiques - Applications agronomiques*, Volume 1 *La statistique descriptive et les fondements de l'inférence statistique*, deuxième édition, Gembloux : Presses agronomiques de Gembloux, 117p.

Dagnelie P *Théorie et méthodes statistiques - Applications agronomiques*, Volume 2 *Les méthodes de l'inférence statistique*, deuxième édition, Gembloux : Presses agronomiques de Gembloux, 120p.

DREIF (1995), *Les déplacements des Franciliens en 1991-1992, enquête globale de transport*, Paris, 70p.

DREIF (1996), *Les transports de voyageurs en Ile-de-France en 1994*, Paris, 110p.

Gabet P (1997) *Etude de la répartition modale dans les transports urbains*, mémoire de DEA d'Economie des Transports, Université Lumière Lyon 2, ENTPE, 124p.

Gallez C (1995), Une nouvelle perspective pour la projection à long terme des comportements d'équipement et de motorisation, *Recherche Transport Sécurité*, n° 48, pp. 3-14.

INRETS (1989), *Un milliard de déplacements par semaine - La mobilité des français*, Paris : La Documentation Française, 293p.

Kaufmann V, Stofer S (1995) *Le report modal de l'automobile vers les transports publics - Recherche comparative auprès des actifs motorisés des agglomérations genevoise, lausannoise et bernoise*, Rapport de recherche n° 127, Lausanne : Institut de Recherche sur l'Environnement Construit, Département d'Architecture, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 53p.

Kaufmann V, Guidez J-M (1996), *Les citadins face à l'automobile - Les déterminants du choix modal*, Rapport du FIER n° 19, Paris : Fonds d'Intervention pour les Etudes et Recherches, 188p.

La Documentation Française éd. (1994), *Se déplacer au quotidien dans trente ans - Eléments pour un débat*, Actes du Colloque organisé par l'ADEME, le Centre de prospective de la DRAST et l'INRETS, (22 et 23 Mars 1994), Paris 234p.

- Lichère V, Raux C (1997), *Développement d'un modèle stratégique de simulation des déplacements, présentation générale*, SEMALY, LET, Lyon, 28p. + annexes.
- Madre J-L, Lambert T (1989), *Prévisions à long terme du trafic automobile*. Paris : CREDOC, Collection des rapports.
- Madre J-L, Armoogum J (1996), *Motorisation et mobilité des franciliens aux horizons 2010 - 2020*, Rapport INRETS n° 209, Arcueil : INRETS, 125 p.
- Massot M-H (1994), Sensivity of public transport demand to the level of transport service in French cities without underground, *Transport Reviews*, Vol. 14, n° 2, pp. 135-149.
- Massot M-H (1996), La multimodalité automobiles et transports collectifs : complémentarité des pratiques modales dans les grandes agglomérations, *Recherche Transports Sécurité*, n° 50, pp. 3-16.
- Massot M-H, Orfeuil J-P (1989), *Offre et demande de transport en commun dans les villes françaises sans métro - Usages et usagers des services de transport en commun urbain*, Rapport INRETS n° 100, premier tome, Arcueil : INRETS, 63p.
- Massot M-H, Orfeuil J-P (1990), *Offre et demande de transport en commun dans les villes françaises sans métro - Structures de l'offre de transport*, Rapport INRETS n° 121, deuxième tome, Arcueil : INRETS, 73p.
- Massot M-H, Orfeuil J-P (1991), *Offre et demande de transport en commun dans les villes françaises sans métro - Sensibilité de l'usage à l'offre*, Rapport INRETS n° 148, troisième tome, Arcueil : INRETS, 76p.
- Nicolas J-P (1997), Mobilité, congestion, technologie : les paramètres du trafic routier affectant le niveau de pollution atmosphérique en milieu urbain, in *Mobilité dans un environnement durable*, colloque de l'ATEC, Presse de l'école nationale des Ponts et chaussées, Paris, pp. 71-83.
- Orfeuil J-P (1992), *Questions vives pour une prospective de la mobilité quotidienne*, Rapport de convention INRETS - DATAR, Arcueil : INRETS, 74p.
- 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, faculté des sciences économiques et de gestion, Lyon, 321p.
- Ramjerdi F, Rand L (1992), *The Norwegian Climate Policy and the Passenger Transport Sector - an Application of the National Model System for Private Travel*, TØI report 152/1992, Oslo : Institute of Transport Economics, X + x + 62p.
- Raux C, Tabourin E (1991), *Les investissements en transports collectifs dans l'agglomération lyonnaise : simulation des effets et risques financiers*, LET, Lyon, 70p.

- Raux C, Godinot C, Masson S (1996), *Développement d'un modèle stratégique de simulation des déplacements, vingt ans de rétrospective à travers les enquêtes déplacements de l'agglomération lyonnaise (1976-1985-1995), rapport d'étape*, LET, SEMALY, Lyon, 159p.
- Raux C, Lhomet E, Masson S (1996), Un modèle stratégique de simulation des déplacements urbains - Conception et aspects méthodologiques, *Recherche Transports Sécurité*, n° 52, pp. 31-43.
- SYTRAL, COURLY, Conseil Général du Rhône, Ministère des Transports (1990), *Comment se déplacent les lyonnais ? résultats de l'enquête ménages sur l'agglomération lyonnaise en 1986*, Lyon, 29p.
- SYTRAL, DDE du Rhône (1995), *Premiers résultats de l'enquête déplacements auprès des ménages de l'agglomération lyonnaise en 1995*, Lyon, 50p.
- SYTRAL (1997), *Le plan des déplacements urbains de l'agglomération lyonnaise*, projet arrêté le 31 janvier 1997, Lyon, 101p.
- Union des Transports Publics (1997), *Les chiffres clés du transport public urbain de l'année 1996*, Paris, 31p.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	3
NOTE DE SYNTHESE	5
INTRODUCTION	9
CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE, METHODOLOGIE	11
1 Une crise des déplacements urbains ...	12
2 ... qui n'est probablement pas étrangère aux tendances lourdes de la mobilité	13
3 Méthodologie	14
4 Les données	15
CHAPITRE 2 : ANALYSE DE L'INFLUENCE DE LA LOCALISATION DES DEPLACEMENTS SUR LA REPARTITION MODALE	19
1 La mobilité des lyonnais	20
2 Analyse de la répartition modale en fonction de la localisation des déplacements	24
2.1 Remarques générales sur ces matrices	24
2.2 Origine des déplacements : zone 1 (hypercentre HC)	26
2.3 Origine des déplacements : zone 2 (reste de Lyon et Villeurbanne RLV)	26
2.4 Origine des déplacements : zone 3 (1ère couronne Est 1CE)	27
2.5 Origine des déplacements : zone 4 (1ère couronne Ouest 1CO)	27
2.6 Origine des déplacements : zone 5 (2ème couronne Est 2CE)	28
2.7 Origine des déplacements : zone 6 (2ème couronne Ouest 2CO)	29
2.8 Origine des déplacements : zone 7 (3ème couronne Est 3CE)	29
2.9 Conclusions sur l'analyse des flux origines-destinations	29
De 1976 à 1985	29
De 1985 à 1995 et de 1976 à 1995	31
3 Analyse de l'évolution de la localisation des activités	35
3.1 Localisation des lieux de résidence	35
3.2 Localisation des lieux d'emplois	36
3.3 Localisation des lieux d'emplois et des lieux d'études	39
3.4 Evolution des couples lieux de domicile*lieux de travail	42
4 Tentative de quantification de la contribution des changements de localisation de résidence et d'emploi aux changements de répartition modale	44
4.1.1 Quelles localisations ?	44
4.1.2 Principe mathématique	45
4.1.3 Hypothèses de travail	46

4.1.4 Etude de la relation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emploi (+ études) et la matrice des poids (VP+TC)	47
Test de corrélation et test du khi-deux	48
Régression linéaire	49
4.2 Quantification des effets dû à l'évolution des localisations	52
4.2.1 Présentation des résultats	52
4.2.2 Analyse des résultats	54
4.3 Validation des résultats sur des matrices internes aux périmètres d'étude	56
4.3.1 Etude de la relation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emploi (+ études) et la matrice des poids	56
4.3.2 Résultats de la décomposition des effets, matrices internes aux périmètres d'étude	57
4.4 Validation des résultats sur un découpage plus fin : 25 zones ?	58
4.4.1 Etude de la relation entre la matrice lieux de résidence * lieux d'emploi (+ études) et la matrice des poids	59
4.4.2 Résultats de la décomposition des effets, 25 zones	61
5 Conclusions	64
 CHAPITRE 3 : ANALYSE DE L'INFLUENCE DE LA MOTORISATION SUR LA REPARTITION MODALE	 65
1 Motorisation, localisation et répartition modale	66
1.1 Evolution de la motorisation selon la zone de résidence	66
1.2 Une formulation de la motorisation associée à la structure spatiale des flux	70
1.3 Analyse de la motorisation des déplacements	72
1.3.1 La motorisation zonale spatialisée	72
1.3.2. La motorisation individuelle spatialisée	73
2 Quantification de la contribution des changements de motorisation aux changements de répartition modale : méthodologie d'analyse	73
2.1 Principe mathématique de décomposition des effets	74
2.2 La relation part de marché des transports collectifs - motorisation	76
2.2.1 Formulation linéaire	76
2.2.2 Formulation exponentielle	77
2.2.3 Formulation logit	78
2.3 Matrice des autres facteurs	80
2.3.1 Formulation logit	80
2.3.2 Formulation exponentielle	81
3 Décomposition des effets	81
3.1 Comparaison des formulations mathématiques de la part de marché des transports collectifs en fonction de la motorisation et des autres facteurs	84
3.2 Comparaison des modes de calcul de la motorisation	90
3.3 Formulation simplifiée de la motorisation	91
4 Conclusions	92
 CONCLUSIONS	 95
 ANNEXES	 101
 BIBLIOGRAPHIE	 165
 TABLE DES MATIERES	 169

RESUME

Mots-clés : localisation, motorisation, répartition modale, transports collectifs, politique de déplacements urbains, quantification des effets, urbains, agglomération lyonnaise.

A l'heure où de nombreuses agglomérations cherchent à réduire ou à contenir la place de la voiture en ville, ce rapport tente d'évaluer la contribution de certaines tendances lourdes d'évolution du partage modal entre les transports collectifs et la voiture. Au cours des vingt dernières années, la plupart des grandes agglomérations françaises se sont lancées dans des programmes ambitieux de développement des transports collectifs. L'offre s'est accrue de manière significative, avec la création de réseau en site propre dans les plus grandes agglomérations. Mais l'usage n'a pas suivi cette croissance forte. Ainsi, dans la plupart des agglomérations, la part de marché des transports collectifs a diminué par rapport à la voiture malgré les efforts consentis. Cette apparente contradiction provient selon nous en grande partie des tendances lourdes de la mobilité qui jouent pour la plupart en défaveur des transports collectifs.

Parmi ces tendances, l'étalement urbain et la motorisation jouent un rôle privilégié. Notre travail a consisté à séparer les différents effets influant sur la part de marché des transports collectifs pour quantifier leur incidence sur cette part de marché. Pour cette analyse, nous avons utilisé les trois dernières enquêtes ménages réalisées dans l'agglomération lyonnaise en 1976, 1986 et 1995. Il apparaît que les changements de localisation des origines-destinations des flux expliquent un déclin de 6 à 9 % de la part de marché des transports collectifs au cours de chaque décade. L'accroissement de la motorisation contribue à une baisse de l'ordre de 5 à 7 % au cours de chaque décade.

Dans ce rapport, nous présentons la méthodologie originale développée pour séparer les différents effets. En particulier, nous avons introduit un nouveau concept de motorisation associée au déplacement qui nous permet de construire une matrice origine-destination des motorisations. Nous pouvons alors exprimer la part de marché des transports collectifs comme produit de trois fonctions indépendantes reliées aux localisations, à la motorisation, et aux autres facteurs influant sur le partage modal. Nous utilisons une expression logit pour deux de ces fonctions qui nous permet de séparer les trois effets.