



HAL
open science

Indicateurs de mobilité durable sur l'agglomération lyonnaise. Méthodes et résultats

Jean-Pierre Nicolas, Pascal Pochet, Hélène Poimboeuf

► **To cite this version:**

Jean-Pierre Nicolas, Pascal Pochet, Hélène Poimboeuf. Indicateurs de mobilité durable sur l'agglomération lyonnaise. Méthodes et résultats. 2001. halshs-00672259

HAL Id: halshs-00672259

<https://shs.hal.science/halshs-00672259>

Submitted on 20 Feb 2012

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.

INDICATEURS DE MOBILITE DURABLE SUR L'AGGLOMERATION LYONNAISE

METHODES ET RESULTATS

JUILLET 2001

Jean-Pierre NICOLAS, Pascal POCHE, Hélène POIMBOEUF

Cartographie - SIG : Nicolas OVTRACHT

RECHERCHE POUR LE COMPTE DE RENAULT



Laboratoire d'Economie des Transports

Certaines parties de ce travail ont été réalisées grâce à l'intervention de personnes que nous tenons à remercier ici.

Pour la cartographie et la répartition des émissions des véhicules au sein de l'aire d'étude :

Nicolas Ovtracht, ingénieur d'études CNRS au LET.

Pour la détermination des trafics pris et non pris en compte par l'enquête-ménages :

Eric Saliou, Ingénieur au CETE de Lyon, avec le modèle Davis ;

Sophie Masson, attachée de recherche au Let, avec le modèle Télescopage ;

Jean-Louis Routhier, Ingénieur de Recherche, *Sandrine Durand* et *Florence Toilier*, attachées de recherche au Let, avec le modèle Freturb.

SOMMAIRE

PREAMBULE	3
CHAPITRE INTRODUCTIF	5
CHAPITRE 1 LA « MOBILITE QUOTIDIENNE DES LYONNAIS » : DEFINIR LE CHAMP D'OBSERVATION	17
1. LES TRAFICS URBAINS NON PRIS EN COMPTE PAR L'ETUDE	
2. LES TRAFICS EXTRAURBAINS DES RESIDENTS LYONNAIS	
3. CONCLUSION	
CHAPITRE 2 L'EFFET DES METHODES D'ESTIMATION DES DISTANCES ET DES DUREES DES DEPLACEMENTS SUR LA COMPARABILITE DES RESULTATS	37
1. DE LA LONGUEUR DES DEPLACEMENTS A L'ESTIMATION DES INDICATEURS	
2. LES APPORTS D'UNE AFFECTATION FINE DES TRAFICS	
3. CONCLUSION	
CHAPITRE 3 : LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE	57
1. QUELS ENJEUX ?	
2. LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES LIEES A LA MOBILITE DES LYONNAIS EN 1995	
3. EST-IL PERTINENT DE PRENDRE EN COMPTE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA PHASE DE PRODUCTION DES CARBURANTS ET DE L'ELECTRICITE ?	
4. L'ESPACE OCCUPE PAR LES TRANSPORTS DANS L'AGGLOMERATION LYONNAISE	
5. CONCLUSION	
CHAPITRE 4 LA PRISE EN COMPTE DES ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES	95
1. LES DEPENSES DES MENAGES POUR L'AUTOMOBILE	
2. LES DEPENSES EN TRANSPORTS COLLECTIFS	
3. LES DEPENSES DES MENAGES POUR LES AUTRES MODES	
4. LES DEPENSES DE LA COLLECTIVITE	
5. AUTRES COUTS LIES A LA MOBILITE DES LYONNAIS DANS LEUR AGGLOMERATION	
6. LE COUT DE LA MOBILITE DANS L'AGGLOMERATION LYONNAISE : RESULTATS ET MESURE DES INCERTITUDES	
7. CONCLUSION	
CHAPITRE 5 : APPREHENDER LA DIMENSION SOCIALE DES PROBLEMATIQUES DE MOBILITE DURABLE	135
1. UNE FORTE CONCENTRATION DES DISTANCES DE DEPLACEMENT	
2. UNE TYPOLOGIE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE DES BUDGETS-DISTANCE URBAINS	
3. REVENU, LOCALISATION, CYCLE DE VIE DU MENAGE DISTANCES ET DEPENSES DE TRANSPORT	
4. CONCLUSION : QUELS INDICATEURS POUR PRENDRE EN COMPTE LA DIMENSION SOCIALE DES PRATIQUES DE MOBILITE ET LEUR REGULATION ?	
CONCLUSION	185
ANNEXE 1 : LE CALCUL DES EMISSIONS DES DEUX-ROUES A MOTEUR ET DES AUTOMOBILES	195
ANNEXE 2 TAUX D'EMISSIONS ET BUDGETS-DISTANCE RELATIFS DE POLLUANTS DES GROUPES DE LA TYPOLOGIE INDIVIDUELLE	205

PREAMBULE

Le concept de développement durable s'est imposé pour la première fois sur la scène internationale en 1987, grâce au rapport de la Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement (rapport Brundtland). Ce thème de la durabilité intervient aujourd'hui de manière récurrente dans les discours sur l'avenir des systèmes de transport, notamment lorsqu'il s'agit des déplacements de personnes ou de marchandises en ville. La remise d'actualité des Plans de Déplacements Urbains par la loi sur l'air de 1996 représente une occasion d'insérer cette question d'une mobilité durable dans un cadre institutionnel d'action au niveau local.

Dans ce contexte nous proposons d'élaborer une série d'indicateurs qui permette de prendre en compte les dimensions environnementale, économique et sociale de la mobilité quotidienne des habitants d'une agglomération. L'objectif est de fournir, à terme, un outil d'aide à la décision simple et facilement compréhensible, qui permette de comparer diverses situations entre agglomérations aux caractéristiques différenciées ou pour rendre compte, au sein d'une même aire urbaine, du caractère durable de différentes alternatives de développement des transports urbains.

La logique de mise en œuvre des indicateurs implique un double effort. Il existe d'abord une interrogation sur la pertinence de ces indicateurs, qui repose sur une bonne appréciation des enjeux à retenir en matière de développement durable du système des déplacements urbains, illustrée par la mise en valeur des résultats obtenus sur un ou plusieurs cas concrets (en l'occurrence l'agglomération lyonnaise). Par ailleurs il importe de fournir tous les éléments nécessaires à la compréhension de la construction et du contenu des indicateurs retenus : d'une part cette démarche relève d'une volonté de transparence et de rigueur, et permet d'alimenter la discussion sur l'intérêt des résultats ; d'autre part cette étape est fondamentale si l'on veut fournir des indicateurs réutilisables dans d'autres agglomérations françaises.

Sans que l'importance des enjeux soit négligée ici, c'est quand même ce deuxième point, d'essence méthodologique, qui donne le ton du présent rapport. Le lecteur trouvera la mise en perspective des enjeux et des résultats dans le rapport de synthèse¹.

¹ Jean-Pierre Nicolas, Pascal Pochet, Hélène Poimboeuf, (2001), *Indicateurs de mobilité durable sur l'agglomération lyonnaise, rapport de synthèse*. Recherche Let-Apdd pour le compte de Renault, juillet 2001. 48 p.

CHAPITRE INTRODUCTIF

L'objet de ce rapport est de présenter la manière dont des indicateurs de développement durable peuvent être conçus et construits pour rendre compte des contreparties économiques, environnementales et sociales de la mobilité urbaine des résidents d'une agglomération – en l'occurrence celle de Lyon.

Il convient cependant d'avoir une idée de cette mobilité, qui n'est pas forcément réalisée à la même hauteur, ne remplit pas toujours les mêmes fonctions et ne s'exprime pas de la même façon, avec les mêmes modes, suivant l'agglomération considérée, son urbanisme, sa population, ses activités économiques et leur régulation, son niveau de richesse, etc.

Ce chapitre introductif va donc d'abord fournir une image de la mobilité des Lyonnais avant de présenter l'esprit dans lequel s'est inscrit notre travail de construction des indicateurs de mobilité durable.

La mobilité quotidienne des Lyonnais

Une première image du système des déplacements à l'intérieur de l'agglomération lyonnaise peut être brossée à grands traits à partir des données de la dernière enquête-ménages de 1995 :

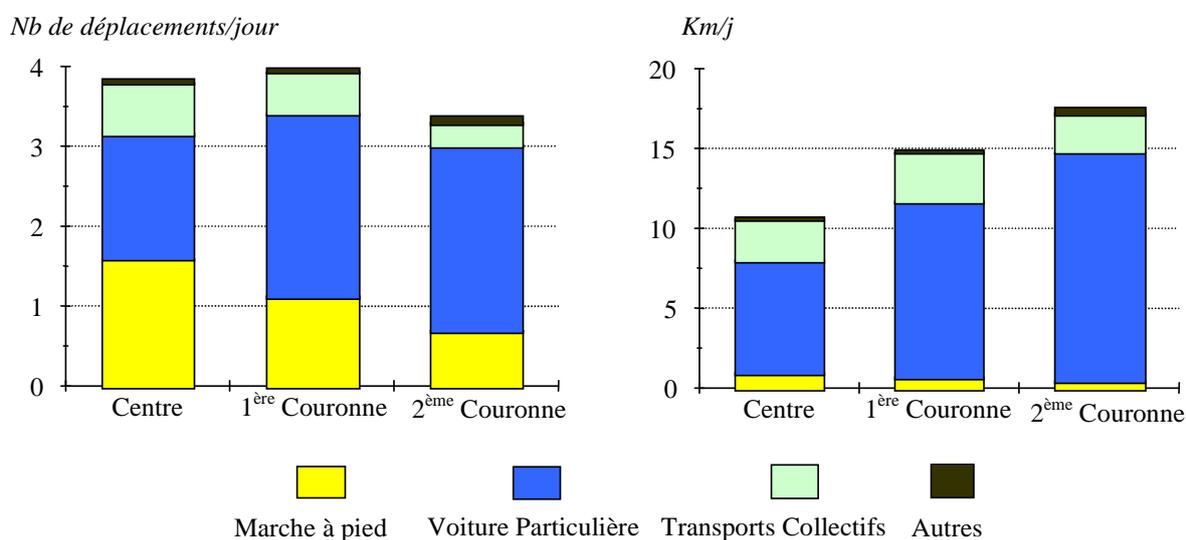
- 3,72 déplacements par jour et par personne, dont 43% pour aller ou revenir du travail ou de l'école, 31% pour des motifs semi-contraints comme les achats, les démarches ou les accompagnements, 17% pour les loisirs et les visites et 9% pour d'autres motifs ;
- quotidiennement, chaque lyonnais parcourt 13,8 kilomètres, à une vitesse moyenne de 14,1 km/h, soit un budget temps de transport de 58 mn par jour ;
- enfin, au niveau des modes utilisés, les déplacements des Lyonnais dans leur agglomération se répartissent en 53% pour l'automobile, 13,3% pour les transports collectifs, 32,0% pour la marche à pied et 1,7% pour les autres modes, représentant respectivement 74%, 19,1%, 5,2% et 1,7% des distances parcourues.

Ces chiffres, pour succincts qu'ils apparaissent, donnent déjà une première idée des déplacements dans l'agglomération. Une distinction entre centre, 1^{ère} et 2^{ème} couronnes permet tout à la fois d'affiner l'approche et de faire par la suite des comparaisons cohérentes entre différents sites.

Tableau 1 : Caractéristiques des déplacements des lyonnais selon leur lieu de résidence dans l'agglomération

	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne	Ensemble
Nb de déplacements/j	3,85	3,98	3,38	3,73
Dont Domicile	39.0 %	40.2 %	39.5 %	39.5 %
Travail	14.5 %	14.1 %	14.4 %	14.4 %
Ecole	8.0 %	8.8 %	9.0 %	8.5 %
Accompagnements	6.6 %	8.5 %	10.6 %	8.2 %
Achats démarches	17.2 %	16.2 %	14.8 %	16.3 %
Loisirs	14.6 %	12.1 %	11.7 %	13.2 %
Vitesse	10,8	14,3	19,2	14,1
Budget temps transports	60 mn	62 mn	55 mn	59 mn

A partir de l'enquête-ménages de Lyon 1995

Graphique 1 : Nombre de déplacements et distances parcourues par mode selon le lieu de résidence dans l'agglomération lyonnaise

A partir de l'enquête-ménages de Lyon 1995

D'une zone à l'autre le système des déplacements évolue nettement avec la densité et le type d'habitat : à mobilité identique en terme de nombre de déplacements, la marche à pied, les transports collectifs et l'automobile sont sollicités de manière relativement équilibrée dans le centre alors que l'automobile prend rapidement le dessus dans les zones moins denses. Les distances, beaucoup plus longues en périphérie sont parcourues plus rapidement grâce à la voiture, ce qui fait que le temps consacré à se déplacer reste à peu de chose près le même dans toute l'agglomération (en moyenne 1 heure par jour et par personne). L'organisation des déplacements s'ajuste donc, à ce niveau global d'observation, de telle sorte que les écarts introduits par les distances à parcourir sont compensés par l'ajustement des vitesses.

L'analyse des motifs de déplacements fait ressortir une proportion équivalente de déplacements pour le travail, quel que soit le type de zone. La mobilité des enfants, un peu plus nombreux en périphérie, entraîne une proportion de déplacements liés à l'école légèrement plus élevée en 2^{ème} couronne que dans le centre ; les distances à parcourir étant plus longues, la part des accompagnements s'en trouve également renforcée. Par contre, dans le centre, le type de population (jeunes adultes et étudiants, retraités) ainsi que la proximité

des services conduisent à une proportion plus élevée de déplacements liés aux loisirs et aux achats/démarches que dans le reste de l'agglomération.

Pour mieux se représenter la capacité de ces quelques chiffres à rendre compte du système de déplacements d'une agglomération, ils peuvent être comparés à ce qui a été mis en évidence pour la région parisienne par Caroline Gallez² à partir de l'enquête Globale Transports de 1991 (enquête répondant au même cahier des charges que les enquêtes-ménages des grandes agglomérations françaises de province).

En région parisienne, le nombre de déplacements quotidiens par personnes (3,73) est similaire à celui des Lyonnais. La structure des motifs apparaît également équivalente, avec cependant un peu plus de déplacements pour le travail (19,3%/14,4%) et les démarches (10,0%/4,0%) à Paris qu'à Lyon, mais moins d'accompagnements (4,1%/8,2%) et de loisirs (10,1%/13,2%). Globalement les deux systèmes de déplacement remplissent donc les mêmes fonctions, sans que les différences d'offre de transports ne semblent limiter à un endroit plus qu'à un autre les besoins de mobilité des deux populations.

En revanche la dimension des deux agglomérations, l'organisation spatiale des activités et l'offre de transport sont très variables et sont à l'origine de différences importantes dans les pratiques de déplacements :

- Une première différence concerne la distance moyenne des déplacements : pour 3,7 km à Lyon, elle est de 6,2 km en Ile-de-France, ce qui conduit à des distances moyennes par personne et par jour de, respectivement, 13,8 et 23,2 km - soit presque 70% d'écart. Que l'on soit au centre, en première couronne ou en périphérie, on retrouve systématiquement une variation importante. Il y a là un effet propre à la taille de l'agglomération parisienne qui entraîne mécaniquement une distance plus longue entre origines et destinations.
- ensuite les transports collectifs sont beaucoup plus développés et utilisés en région parisienne. En nombre de déplacements, on constate déjà un usage plus important de ce mode (0,75 depl/j/pers en IdF contre 0,5 à Lyon), les lyonnais compensant avec l'automobile (1,98 déplacements automobile à Lyon, conducteurs et passagers confondus, pour 1,63 en IdF). Mais c'est en observant les distances parcourues que cette différence apparaît dans toute son ampleur : un Francilien moyen, s'il existe, parcourt quotidiennement 12,1 km en voiture et 10,0 km en transports collectifs, alors que son homologue lyonnais en fait respectivement 10,4 et 2,6...
- Enfin les contraintes importantes en matière de distances de déplacements en Ile-de-France ont conduit au renforcement des performances des différents réseaux. Les vitesses moyennes à Paris sont supérieures à celles de Lyon, dans le centre (12,5 contre 10,8 km/h) comme en première couronne (18,2/14,3 km/h) et en périphérie (24,0/19,2 km/h). Cette différence, de l'ordre de 18% entre Paris et Lyon, est cependant insuffisante pour compenser les écarts de distances. Le budget-temps de transport des Franciliens reste en moyenne beaucoup plus lourd que celui des résidents de l'agglomération lyonnaise, de 1h20 contre 1h quelle que soit la localisation.

L'organisation des déplacements au sein d'une agglomération apparaît donc s'adapter à son contexte urbain. La dimension de la région parisienne entraînant de manière systématique des distances plus longues à parcourir qu'à Lyon, l'offre de transport y est plus efficace, avec des

² Caroline Gallez, 1995, *Budgets énergie environnement des déplacements (BEED) en Ile-de-France*. Rapport de convention Ademe-Inrets n°690-9306-RB. 109 p.

vitesse nettement plus élevées. Par contre, les contraintes parisiennes sont telles que les performances de son système de déplacements restent insuffisantes. Un Francilien et un Lyonnais réalisent chaque jour l'un et l'autre le même nombre de déplacements, pour une structure de motifs équivalente ; le Francilien passe malgré tout 30% de temps en plus à se déplacer que son homologue urbain lyonnais.

Mesurer les impacts de cette mobilité

La question posée tout au long de ce travail est de savoir à quel "prix" cette mobilité a pu se réaliser.

Notre ambition n'est certes pas de fournir les moyens d'une analyse coûts avantages traditionnelle au niveau d'une agglomération. Trop de paramètres sont impliqués, dont la dimension économique ne constitue qu'une facette – même si elle est essentielle.

Nous avons choisi ici de retenir l'approche "développement durable", qui propose une grille de lecture à trois dimensions avec la mise à plat des aspects environnementaux, économiques et sociaux des phénomènes observés. Chaque dimension est considérée comme irréductible aux deux autres et, pour que les tendances d'évolutions soient considérées comme "durables" les conditions à remplir rejoignent celles d'un processus parétien : toute amélioration enregistrée sur une dimension est considérée comme positive tant qu'elle ne se réalise pas au détriment d'une des deux autres.

Le travail exposé dans ce rapport a dès lors consisté à mettre en place des indicateurs qui fournissent une image pertinente de ces trois dimensions et de leurs évolutions potentielles pour permettre, dans une étape ultérieure, de comparer les systèmes de déplacements de différentes agglomérations et, surtout, de tester divers scénarios de politiques de transports et de rendre compte de leur intérêt en terme de mobilité durable.

Cependant, avant de se plonger dans les arcanes méthodologiques de la construction des indicateurs, ce chapitre introductif se doit aussi de présenter l'esprit dans lequel le travail a été réalisé : comment passer de l'idée de développement durable à celle de mobilité durable, comment intégrer les indicateurs proposés dans le contexte institutionnel et technique existant, quels enjeux recouvrent-ils, quels critères doivent-ils respecter, à quoi se limite leurs ambitions ?...

Du développement durable à la mobilité durable

Développement durable : l'environnement, l'économie et le social

Après la perspective malthusienne de « croissance zéro » issue des travaux du Club de Rome dans les années 70, l'idée de développement durable qui a émergé au cours de la décennie suivante repose sur une réflexion plus positive et optimiste : non seulement il peut exister une croissance économique qui respecte l'environnement, mais les fruits mêmes de cette croissance, les surplus dégagés et les progrès technologiques et organisationnels réalisés pourraient rendre durable la dynamique d'évolution de la société humaine.

Pour que cette logique de durabilité soit complète et cohérente, une exigence sociale est rapidement apparue. Consacrer une partie de la richesse produite au respect de l'environnement revient, dans le cadre d'une action à long terme, à prêter attention aux générations futures. Une telle démarche implique aussi de réfléchir à la façon dont se répartit

la croissance entre les différentes composantes de la société actuelle, et ce à tous les niveaux : entre pays riches et pays en développement bien sûr, mais aussi entre catégories aisées et moins favorisées au sein d'une même nation, ou encore d'une même entité urbaine.

Le développement durable ne se conçoit donc plus guère aujourd'hui sans prendre en compte de manière conjointe ces 3 dimensions, économique, environnementale et sociale, l'idée étant qu'il faut éviter de privilégier l'une d'elles au détriment des autres.

Une mobilité durable ?

Nous avons repris cette conception pour l'appliquer aux transports au sein d'une agglomération. L'objectif de l'exercice est de construire et proposer un système d'indicateurs qui recouvre les 3 champs de la durabilité et fournisse une représentation pertinente de l'organisation des transports au sein d'une agglomération française.

Or, du fait notamment des contradictions dans la nature et dans les rythmes des dynamiques en œuvre au sein des trois sphères en interaction, les débats relatifs à la mobilité urbaine font apparaître des positions tranchées sur les solutions à promouvoir. En outre, dans le cadre de l'évaluation de l'impact des politiques de transport, l'analyse reste souvent restreinte à des enjeux partiels. Elle se focalise principalement sur les deux modes principaux (voiture particulière et transports collectifs), sans grande référence à la marche et aux deux-roues. L'accent est mis sur la réaction de la demande à une modification particulière de l'offre, mais les activités des citadins, qui conditionnent également leurs déplacements, sont rarement prises en compte. Enfin, les effets sont le plus souvent appréciés globalement et non désagrégés par catégories de population (par exemple en fonction de la position sociale et de la localisation résidentielle).

Dans ce contexte, il apparaît important d'élaborer des indicateurs environnementaux, sociaux et économiques en définissant un champ d'observation qui soit cohérent tant au niveau des facteurs explicatifs des mobilités quotidiennes qu'au niveau des pouvoirs décisionnels impliqués.

Cette étude propose une application sur l'agglomération lyonnaise mais elle ambitionne de déboucher sur des indicateurs qui puissent être utilisés dans toute agglomération française, où le cadre institutionnel est homogène et où les logiques de mobilité ainsi que les outils d'appréhension de cette mobilité restent similaires.

Des indicateurs pour quoi faire ?

Deux propositions déjà avancées dans cette introduction méritent d'être développées en quelques paragraphes :

- permettant de réfléchir sur les impacts à long terme d'une politique de transports urbains, le système d'indicateurs proposé s'inscrit dans le cadre d'une réflexion stratégique sur le devenir d'une agglomération ;
- reprenant le cadre général fixé par l'idée de développement durable, ces indicateurs doivent permettre de rendre compte des enjeux posés au niveau de chacune des dimensions économique, environnementale et sociale, constitutives de toute organisation des transports au sein d'une agglomération.

Un outil de réflexion stratégique, complémentaire d'outils institutionnels et économiques existants

Dans une logique de développement durable, de tels indicateurs sont avant tout destinés à permettre de tester différents scénarios d'évolution du système urbain et de l'organisation des déplacements. Nous envisageons donc le travail présenté ici comme une première étape avant d'effectuer un exercice de simulations à long terme des effets de politiques alternatives en matière de transports, pour rendre compte de leur caractère plus ou moins « durable ».

S'inscrivant dans le contexte français, cette réflexion sur la mobilité en milieu urbain ne peut pas ignorer l'instauration des Plans de Déplacements Urbains. Ces plans ont été promus dans le cadre de la LOTI (1982) dans un souci explicite de coordonner la gestion et le développement de l'ensemble des modes de transports ; ils ont été rendus obligatoires depuis 1996 pour toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants avec l'instauration de la loi sur l'air, pour aider à lutter contre la pollution atmosphérique liée aux transports. L'élaboration d'indicateurs de mobilité durable prolonge et enrichit un tel dispositif.

De plus la logique “ tableau de bord ” de tels indicateurs renvoie à un autre outil utilisé en France : les comptes déplacements. Ceux-ci fournissent une synthèse macro-économique des dépenses en transports des ménages, des entreprises et des collectivités publiques, permettant ainsi de révéler qui dépense quoi, et comment, dans ce secteur à un niveau local. Initiés au début des années 80 par le STP en Ile-de-France, leur usage se développe de plus en plus aujourd'hui et s'intègre tout naturellement dans les processus de planification locaux, à travers les PDU ou les schémas régionaux de transports. Les indicateurs économiques de mobilité durable que nous proposons doivent s'appuyer et compléter les informations qu'ils apportent pour l'aide à la décision.

C'est donc dans la logique du dispositif des PDU et en complément aux comptes déplacements que l'élaboration des indicateurs de mobilité urbaine durable a été pensée.

Pour quels enjeux ?

L'idée de développement durable implique de s'interroger sur les enjeux importants relevant de chacune de ses dimensions.

D'un point de vue environnemental, depuis les deux crises du pétrole des années 70 et la prise de conscience des enjeux énergétiques liés à la mobilité des biens et des personnes, le fossé entre transports et environnement est allé semble-t-il en s'accroissant : montée des préoccupations face à la pollution atmosphérique, accroissement des nuisances sonores, présence physique plus sensible avec la croissance de la mobilité automobile et le déploiement des infrastructures routières. Dans ce cadre, trois familles d'enjeux ont été retenues pour traiter la question environnementale :

- Enjeux globaux d'effet de serre et de consommation d'énergie,
- Enjeux locaux de pollution atmosphérique locale (les nuisances sonores devraient également être prises en compte, mais n'ont pas pu être intégrées pour l'instant compte tenu de la difficulté de dégager des indicateurs simples et pertinents) ;
- Enjeux en terme d'occupation de l'espace par les infrastructures et par les différents modes.

D'un point de vue économique, l'objectif est de se rendre compte de l'efficacité économique du système de déplacements en agglomération en observant du mieux possible son coût global d'une part et le coût par type de déplacement d'autre part. Plutôt que de déboucher sur une préconisation immédiate, l'intérêt de l'observation de cette dimension économique est à placer dans les évolutions observées ou attendues, compte tenu des mesures établies et des simulations effectuées.

L'idée est de revenir au principe des comptes déplacements en établissant " qui paye quoi " et en croisant différents points de vue : celui de la collectivité dans son ensemble tout d'abord ; celui des acteurs en présence ensuite, ménages, entreprises et puissance publique, qui ne sont pas impliqués de la même manière dans le fonctionnement du système, ne sont pas soumis aux mêmes contraintes et méritent chacun un éclairage particulier.

Sur le plan de l'équité sociale, on constate que depuis le début des années 80, avec la lente érosion de certaines solidarités sociales par la crise économique, les inégalités de revenus se sont accrues de manière sensible en France et dans la plupart des pays de l'OCDE³. Aujourd'hui, cette amplification des écarts qui s'est accompagnée d'une marginalisation très forte d'une partie de la population a mis d'actualité les interrogations sur ce thème.

Quelle est la traduction en terme de mobilité de ces inégalités sociales ? Le droit au transport est un principe inscrit dans la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs et, face à de fortes inégalités dans la motorisation et l'accès à la voiture, notre système de transports comporte des secteurs fortement redistributifs – les indicateurs consacrés aux aspects économiques et sociaux permettront de le montrer en partie. Dès lors, autant on sait que les populations en grande précarité ont une mobilité réduite, autant il peut être dangereux d'assimiler systématiquement revenu et mobilité, surtout à travers une observation des déplacements quotidiens. Les transferts économiques qui sont réalisés à l'intérieur et en direction du système de déplacements obligent à se montrer prudent dans ce domaine.

De même, qu'un niveau de mobilité global ou qu'une répartition modale globale masquent la grande variabilité des comportements de déplacements, on conçoit aisément qu'un montant ou qu'un pourcentage moyens de dépenses sur l'ensemble des ménages soit inefficace pour rendre compte de contraintes financières très diverses au sein de la population. Des indicateurs trop synthétiques risquent de s'avérer insuffisants et il apparaît nécessaire ici de présenter des résultats de façon désagrégée. La construction de typologies d'individus et de ménages nous permettra d'analyser les différences de mobilité en fonction de leurs caractéristiques et des contraintes qui peuvent y être liées (localisation du domicile et du lieu de travail, accès aux différents modes, statut socio-démographique et revenus).

Un rapport méthodologique...

Ce rapport présente l'effort méthodologique qui a été poursuivi au cours du travail pour construire les indicateurs, la mise en valeur de la pertinence et de l'intérêt des résultats étant plus spécifiquement développée dans le document de synthèse. Une double exigence a été posée dans le choix des indicateurs, concernant leur reproductibilité et la description d'un contexte mouvant aux interactions multiples. Par ailleurs il importe de bien avoir à l'esprit les limites de l'exercice, compte tenu du point de vue adopté et des données utilisées.

³ Voir Thomas PIKETTY, *L'économie des inégalités*, La Découverte, 1997

Comparer des situations : des indicateurs simples et reproductibles

La mobilité urbaine quotidienne, qui correspond donc à notre champ d'observation privilégié, fait déjà l'objet d'un suivi méthodique en France par l'intermédiaire des enquêtes-ménages. Ces enquêtes, suivies et contrôlées par le CERTU, ont été réalisées dans la plupart des grandes agglomérations françaises et sont reconduites tous les 10 ans environ. Elles fournissent une information très riche, avec des indications précises sur tous les déplacements réalisés la veille du jour d'enquête par tous les membres de plus de 4 ans des ménages interrogés, ainsi qu'une image détaillée des caractéristiques socioéconomiques des personnes et des ménages eux-mêmes.

C'est sur la base de cette richesse et des analyses qu'elle permet de développer que Jean-Pierre Orfeuillat avait par exemple proposé l'idée d'un budget énergie transport, étendu par la suite au « budget énergie émissions des déplacements » (BEED) : à l'aide des indications fournies par l'enquête-ménages (mode, origine, destination, durée des déplacements, etc.), la consommation énergétique et les émissions sont calculées au niveau de chaque déplacement ; elles peuvent être agrégées par la suite à différents niveaux, comme celui de la personne qui les a réalisés, puis d'un groupe de personnes ou de ménages particulier, suivant une localisation d'origine ou un mode, etc. Une telle analyse fournit une image des causes de l'impact environnemental de la mobilité. Notre ambition est d'utiliser une logique similaire tout en élargissant la perspective aux dimensions économiques et sociales de la question, même si d'autres sources d'information peuvent venir compléter le premier tableau ainsi dressé.

Le terrain d'étude retenu correspond à l'agglomération lyonnaise, pour lequel nous disposons des enquêtes ménages réalisées en 1977, 1986 et 1995. Mais il est important de souligner que l'ambition du travail n'est pas de rester focalisé sur un lieu particulier, mais au contraire de fournir des outils qui restent opérationnels et pertinents dans d'autres contextes. Notre travail s'est ainsi nourri de travaux similaires menés par Caroline Gallez sur la région Ile-de-France⁴. La confrontation d'expériences et analyses nous a permis de réfléchir sur la pertinence des indicateurs élaborés et sur leur degré de reproductibilité à d'autres agglomérations

Simplicité sans réductionnisme ?

L'exigence de reproductibilité des indicateurs implique une certaine simplicité de construction. Cette nécessaire réduction des phénomènes analysés ne doit cependant pas se faire au détriment de ce que l'on veut représenter. Les transports urbains sont constitutifs d'un système complexe (la ville, ou plutôt la région urbaine) et l'on a trop souvent tendance à les réduire dans des schémas simplistes en opposant par exemple automobile et transports collectifs ou centre et périphérie, avec les modes de vie et les mobilités qui s'y rattachent. Il existe entre eux des équilibres dynamiques qui ne doivent pas être ignorés sous peine de mal saisir les enjeux qu'ils recouvrent et de promouvoir des politiques de régulation inadéquates.

Ainsi en est-il par exemple des transports collectifs en périphérie peu dense : moins efficaces, ils ont tendance à coûter relativement cher pour un service rendu, mesuré en nombre de déplacements ou en passagers-kilomètres réalisés, peu convaincant. Est-ce à dire qu'ils devraient être complètement abandonnés au profit de l'automobile, plus efficace en habitat

⁴ Voir Caroline GALLEZ, *Indicateurs d'évaluation de scénarios d'évolution de la mobilité urbaine*. Rapport de convention DTT-Inrets n°690-9919-D33, 2000.

diffus ? En fait, l'évolution de la ville, qui s'est réalisée en cohérence avec le développement de la voiture particulière, doit aussi respecter les besoins de mobilité de ceux qui n'ont pas accès à l'automobile (à titre d'exemple, 15% des Lyonnais font partie d'un ménage non motorisé, et même parmi les foyers motorisés, trois individus sur dix se déplacent sans utiliser la voiture ni comme conducteur ni comme passager un jour de semaine donné). Cette exigence n'est pas seulement inscrite dans les textes de la LOTI, elle se manifeste également fortement sur le terrain, comme en témoigne l'insistance avec laquelle les maires des communes périphériques cherchent à conserver une offre de transports collectifs, même insuffisante et peu utilisée, pour leurs concitoyens électeurs. Dans ce sens, le coût élevé des lignes de périphérie lointaine ne constitue-t-il pas le coût à payer par la collectivité pour bénéficier des avantages d'un développement orienté par et vers l'automobile ? Dans une telle perspective, voiture et transports collectifs doivent être considérés comme complémentaires, ce qui permet ensuite de s'interroger sur la manière de rendre ces derniers plus efficaces (transport à la demande, Tram-Train, navettes locales, etc.) plutôt que de les considérer comme caduques et de se rendre compte après coup des ségrégations générées sur le territoire urbain.

Un autre exemple concerne le constat selon lequel les résidents du centre subissent les pollutions (on peut montrer ainsi que dans l'agglomération lyonnaise, Lyon et Villeurbanne connaissent un taux d'émissions au m² liées à la mobilité quotidienne 15 à 20 fois plus élevé qu'en seconde couronne –Cf. chap. 3) alors même que les habitants des périphéries éloignées, du fait des distances qu'ils parcourent et de leur usage presque exclusif de l'automobile sont beaucoup plus émetteurs que les autres (suivant le polluant considéré, 2 à 2,5 fois plus que les résidents de Lyon-Villeurbanne). Les écarts seraient encore plus nets si l'on pouvait intégrer les résidents périurbains fortement dépendants de l'agglomération pour leurs emplois. Une analyse en terme de pollution locale pourrait conduire à favoriser une certaine dédensification puisque la concentration des pollutions dans le centre est plus forte que les surémissions des périurbains... Mais à plus long terme, ce sont les pollutions régionales (ozone de fond) et surtout globales (effet de serre) qui risquent de devenir les plus inquiétantes et les plus contraignantes : et là, la localisation centrale ou périphérique de la population joue à travers les quantités émises par personne et non sur la concentration autour du lieu d'émission.

Par ailleurs la hausse du prix des carburants liée aux fluctuations conjointes des taux de change et du marché du pétrole en septembre 2000 a bien souligné les fortes résistances que peut rencontrer une régulation par les prix visant à faire prendre en compte par les automobilistes les coûts externes qu'ils génèrent, si elle est appliquée de manière trop systématique et immédiate. Les ménages périurbains sont très largement captifs de l'automobile et une partie d'entre eux, moins aisés, qui ont pu accéder à la propriété en périphérie lointaine du fait d'une moindre pression foncière et encouragés par les politiques d'aide en faveur de la maison individuelle, se trouvent économiquement fragilisés par le coût actuel des transports⁵. Un renchérissement d'une composante des coûts de leur mobilité leur apparaît vite insupportable.

On voit, à travers ces exemples, que les solutions à mettre en œuvre, si elles doivent être compréhensibles par tous, ne sont certainement pas simplistes, et doivent s'inscrire dans la

⁵ Voir les travaux de J.-P. ORFEUIL et A. POLACCHINI, 1998. *Dépenses pour le logement et pour les transports en Ile-de-France*, INRETS, 91 p. + annexes. Pour la région lyonnaise, l'analyse des distances domicile-travail laisse entrevoir les mêmes tendances. Voir O. ANDAN, P. POCHE, J.L. ROUTHIER, B. SCHEOU, 1999, *Stratégies de localisation résidentielle des ménages et mobilité domicile-travail*, Rapport pour le compte de la DRAST (PREDIT 1996-2000), LET, 176 p. + annexes.

durée en jouant sur l'inflexion des tendances génératrices de tensions (économiques, sociales ou environnementales) plus qu'en tablant sur leur arrêt brutal.

Il faut donc éviter d'opposer les phénomènes dans des schémas trop caricaturaux, voiture/TC, centre/périphérie. Les indicateurs à mettre en œuvre doivent dès lors permettre des analyses qui prennent en compte cette complexité.

Des indicateurs simples ne peuvent sans doute pas jouer ce rôle à eux seuls. Par contre ils doivent fournir des repères pertinents pour que l'analyse puisse reconstituer la richesse des logiques qui sous-tendent la mobilité urbaine. A ce titre, ce travail méthodologique ne peut se contenter de présenter la manière dont les indicateurs sont construits. Il doit également éclairer les choix qui ont été faits parmi les indicateurs possibles. Ceci est vrai pour les dimensions environnementale et économique (chapitres 3 et 4), cela l'est plus encore pour les aspects sociaux, comme nous le verrons au cours du chapitre 5.

Quelles limites pour un tel travail ?

Tout le travail proposé repose sur une vision sectorielle et très localisée du développement durable. Un tel regard n'a rien d'incohérent mais il peut sembler paradoxal, en première approche, de l'utiliser dans le cadre d'une notion élaborée à partir du constat que ce sont bien les activités humaines prises dans leur ensemble qui font courir un risque global pour la planète.

L'avantage de la démarche proposée est de pouvoir orienter la décision à un niveau local et de travailler sur un sous-système (en l'occurrence celui de la mobilité quotidienne en milieu urbain) possédant une certaine cohérence interne et une part de dynamique qui lui est propre. Il semble donc possible d'avoir une action suivie d'effets en ce domaine. Par contre, il apparaît important de situer ce champ d'observation par rapport à l'ensemble des activités humaines. Ce premier contour, qui permet de dimensionner l'importance de ce dont on parle et des enjeux qu'il recouvre, est présenté dans le rapport de synthèse.

Un second niveau de délimitation des frontières de notre objet d'étude concerne les trafics eux-mêmes. En partant délibérément de la base fournie par les enquêtes-ménages, on gagne en reproductibilité et en possibilités d'analyse et de compréhension des phénomènes de mobilité urbaine ; on se prive par contre d'une part non négligeable des trafics réalisés sur le bassin de vie d'une agglomération.

D'une part, l'aire d'étude d'une enquête-ménages est souvent plus réduite que l'aire urbaine au sens de l'INSEE (Cf. carte n°1, chapitre 1), même si la tendance est à l'élargissement des périmètres d'enquête (Enquête Globale Transports d'Ile-de-France, dernières enquêtes-ménages de Strasbourg ou de Marseille/Aix en Provence). D'autre part, ces enquêtes recueillant la mobilité quotidienne des personnes résidant à l'intérieur d'un périmètre prédéfini, certains flux ne sont pas pris en compte. Trafics de transit ou d'échange, mouvement internes à l'agglomération liés aux activités économiques : en tout, nous avons pu estimer que la moitié du trafic routier n'est pas prise en compte par l'enquête-ménages de Lyon qui a servi de support à notre travail. De même la mobilité automobile des résidents n'est pas considérée de manière exhaustive puisque les déplacements dépassant l'aire urbaine, les déplacements de week-end et de vacances ne sont pas enquêtés, alors qu'ils représenteraient près de 60% des distances annuelles parcourues.

Le premier chapitre ouvre sur la délimitation de notre champ d'étude et permet de faire le point sur les types de mobilités pris en compte ou délaissés. Il est clair qu'une meilleure connaissance des trafics délaissés et leur intégration dans ce type de travail devrait permettre de consolider les résultats et leur analyse.

Enfin un dernier point, sans doute plus technique, mais pouvant limiter fortement la solidité de nos résultats, concerne l'estimation des distances parcourues. Celles-ci ne sont en effet pas évaluées par l'enquête-ménages et doivent donc être reconstituées à partir des informations disponibles sur les origines et destinations des déplacements. Sachant que tous les calculs des indicateurs découlent de l'évaluation de ces distances (niveaux d'émissions, coûts kilométriques, calculs de vitesses, etc.), il nous est apparu important de nous interroger sur les variations induites par les différentes méthodes permettant de les reconstituer. Ce travail fait l'objet du second chapitre.

Plan du rapport

La discussion ci-dessus fournit la base du plan de ce rapport.

Les deux premiers chapitres sont donc consacrés aux interrogations méthodologiques d'ordre général que posent le thème de la délimitation du champ d'étude (chapitre 1) ainsi que celui du calcul des distances des déplacements, qui conditionne toute la suite des résultats (chapitre 2).

Nous consacrons ensuite un chapitre à chacune des dimensions du développement durable et la construction des indicateurs correspondants : environnementale (chapitre 3), économique (chapitre 4) et sociale (chapitre 5).

CHAPITRE 1

LA « MOBILITE QUOTIDIENNE DES LYONNAIS » : DEFINIR LE CHAMP D'OBSERVATION

INTRODUCTION

La base de données que nous avons choisie pour élaborer des indicateurs de mobilité durable est issue des résultats de l'enquête-ménages de Lyon en 1995. Les avantages d'une telle source d'information sont évidents. Etant réalisées dans toutes les grandes agglomérations françaises selon une méthodologie commune, les enquêtes-ménages déplacements assurent une bonne reproductibilité des indicateurs. La connaissance fine des déplacements et des personnes qui les ont réalisés apporte une bonne compréhension des logiques sous-jacentes aux mouvements observés et permettra un meilleur suivi des indicateurs lors des phases ultérieures de simulation de politiques alternatives. Les méthodes d'estimation présentées ici sont donc appliquées au cas lyonnais, mais ont été conçues de manière à pouvoir être reproduites sur d'autres d'agglomérations disposant d'une enquête-ménages.

On peut cependant s'interroger sur les limites de ces enquêtes pour représenter correctement les enjeux inhérents à la mobilité durable dans une agglomération. En effet la mobilité recueillie est celle du jour précédent, pour les résidents de plus de 4 ans d'un périmètre prédéfini. Il est clair que les trafics générés par l'agglomération ne sont pas, et de loin, tous pris en compte. Il importe donc dans ce premier chapitre de bien délimiter le champ couvert par notre base de référence pour en établir les manques, voir comment certains peuvent être complétés et préciser les limites inévitables de l'exercice.

Le champ de référence qui a été privilégié dans ce travail est un peu plus restreint que ce qu'offre une enquête-ménages et correspond à la mobilité quotidienne des Lyonnais au sein de leur agglomération.

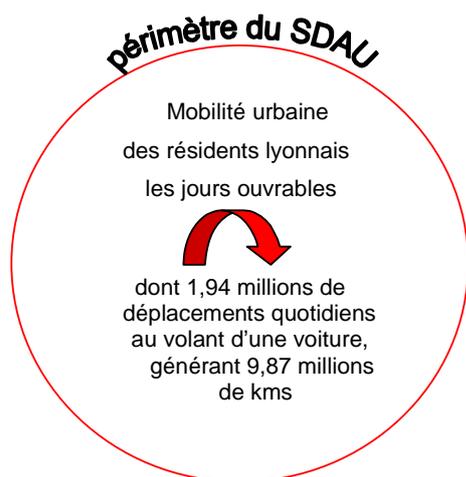
- Le terme "*mobilité quotidienne*" renvoie aux caractéristiques temporelles du champ observé : mobilité réalisée un jour de semaine "banale", hors week-end et périodes de vacances. Précisons que les enquêtes-ménages sont réalisées la plupart du temps en fin d'automne et durant l'hiver.
- Le périmètre *d'observation* est également important puisqu'il conduit à définir une double limite, vis-à-vis des individus observés, les résidents et eux seuls, et quant à leurs déplacements pris en compte, à savoir ceux réalisés au sein de ce périmètre. Les déplacements des résidents dépassant la limite de l'agglomération étant trop grossièrement repérés, nous ne les avons pas retenus. Ceux réalisés entièrement à l'extérieur, de même que les trafics internes générés par des non-résidents (transit, échanges avec le périurbain), et enfin les trafics liés aux activités économiques de la ville, ne sont pas recueillis par les enquêtes-ménages.

Il est clair ici que la définition de l'aire d'étude a un fort impact sur la part des trafics pris en compte, l'idéal en la matière serait de travailler sur le bassin de vie. Le périmètre de l'enquête-ménages lyonnaise, à savoir celui du SDAU étendu à quelques communes périurbaines des Dombes et de la plaine de l'Ain, dépasse les limites de l'agglomération au

nord-est mais demeure trop restreint pour apporter une image fidèle des logiques de mobilité à l'œuvre dans les espaces périurbains.

Ainsi, même s'il recouvre actuellement les enjeux de société les plus pressants, le champ de la mobilité quotidienne des résidents d'une agglomération, tel qu'il peut être appréhendé par les enquêtes-ménages locales, ne constitue qu'une partie des flux concernant les régions urbaines (Graphique 2).

Graphique 2 : La mobilité estimée par l'enquête-ménages...



...et les flux non pris en compte

1/ Au sein du périmètre d'étude :

- Les flux de transit
- Les échanges de longue distance
- La mobilité des résidents du périurbain
- Les transports de marchandises en ville

2/ Au niveau de la mobilité des Lyonnais :

- Leur mobilité urbaine de week-end
- Leur mobilité extraurbaine

Ce constat peut être étayé de deux manières, en évaluant tout d'abord la part du trafic interne à l'agglomération qui est le fait de ses résidents, en estimant ensuite la part des déplacements quotidiens réalisés par ces mêmes résidents au sein de leur agglomération par rapport à leur mobilité globale.

Ce chapitre est donc consacré à une reconstitution des trafics non considérés par l'enquête-ménages mais liés directement ou indirectement à la mobilité urbaine des citadins, ou susceptibles de représenter un enjeu fort en matière de mobilité durable dans l'agglomération. Il reprend, à travers deux parties différentes, la distinction qui vient d'être présentée entre d'une part les trafics réalisés à l'intérieur de l'agglomération par d'autres acteurs que les résidents et d'autre part les trafics générés par les résidents de l'agglomération en dehors de leur mobilité quotidienne locale.

Précisons que dans le cadre de ce chapitre nous avons travaillé de manière privilégiée sur la mobilité automobile. En effet, même s'il peut y avoir des difficultés lors de l'enquête pour bien recueillir certains petits déplacements, les trafics de l'agglomération non pris en compte dans l'enquête, du fait de la taille et de la nature du champ d'observation, sont essentiellement liés à ce mode.

1. LES TRAFICS URBAINS NON PRIS EN COMPTE PAR L'ETUDE

Pour avoir une meilleure idée du poids des trafics pris en compte dans ce travail par rapport au trafic total réalisé au sein de l'aire d'étude, nous avons croisé les résultats de plusieurs modèles : *Davis*, utilisé par le CETE de Lyon, *Télescopage* et *Freturb*, développés au sein du Let. Nous présentons ici rapidement ces 3 modèles pour mieux comprendre et analyser les résultats qu'ils fournissent.

1.1. *Davis*, une affectation des trafics en heure de pointe du soir

Le modèle *Davis* est un modèle d'affectation utilisé par le CETE de Lyon pour rendre compte de la répartition du trafic sur le réseau routier d'une agglomération. Il est destiné principalement à dimensionner correctement la voirie pour limiter les problèmes de circulation et est optimisé sur l'heure de pointe du soir qui est la plus chargée. Sur Lyon, il couvre à peu de chose près un territoire correspondant à l'aire d'étude de l'enquête-ménages (dans les simulation effectuées ici, seules les communes de Jons et Pusignan –cf. carte- sont exclues).

Ce modèle est alimenté par les données issues de l'enquête-ménages, ainsi que par les résultats issus d'une "enquête cordon". Cette dernière consiste à recueillir les trafics routiers motorisés sortant de l'agglomération au cours d'une journée : les trafics d'échange et de transit, de personnes comme de marchandises, viennent ainsi compléter les trafics générés par les résidents de l'agglomération et recensés par l'enquête-ménages. Ces premiers résultats sont ensuite corrigés par des données de comptages directement réalisés sur le réseau, permettant de prendre en compte les flux "oubliés", notamment les trafics internes à l'agglomération non générés par les personnes résidentes.

Les simulations réalisées à notre demande par le CETE de Lyon montrent qu'en heure de pointe du soir, les résidents seraient à l'origine de 87% des déplacements de véhicules et de 49% de la distance totale parcourue au sein du périmètre d'étude.

L'indication ainsi fournie donne un premier ordre de grandeur. Elle importante en matière d'évaluation économique car ce sont les trafics d'heure de pointe qui conditionnent en grande partie le dimensionnement des infrastructures. La part du coût de la voirie à imputer aux résidents de l'agglomération correspondrait donc à ces 49%.

Par contre, élargir ce chiffre au jour ouvrable banalisé, qui représente notre base de référence, pose évidemment problème dans la mesure où rien n'indique que la répartition des flux entre ceux générés par les résidents et les autres soit identique à cette période et pendant le reste de la journée.

1.2. *Télescopage* et *Freturb* : décomposer les trafics réalisés au cours d'une journée

Le second inconvénient de cette estimation est qu'elle ne fournit aucune indication sur la composition des flux non pris en compte. Or les trafics de transit, périurbain ou de marchandises en ville, n'obéissent pas forcément à des logiques identiques, de même que les enjeux économiques, environnementaux et sociaux qu'ils recouvrent peuvent être différents. Les manières de les représenter ainsi que les politiques de régulation doivent être adaptées et il apparaît important d'avoir une idée de leur poids respectif dans le trafic total. Nous avons utilisé dès lors deux modèles développés au sein du Let, *Télescopage* et *Freturb*.

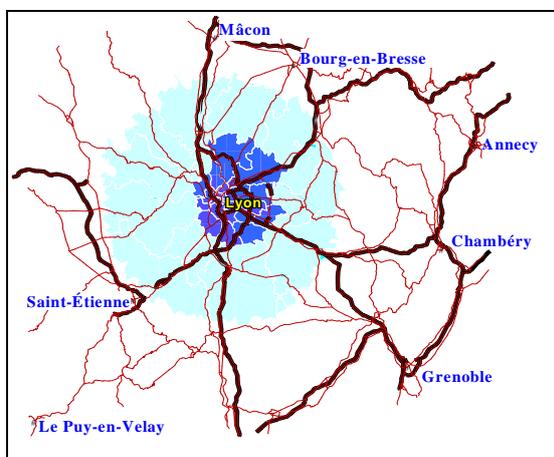
Le modèle *Télescopage*, tout d'abord, est un outil multi-modal de simulation développé par le Let en collaboration avec le CETE de Lyon et la société Isis. Méta-modèle, il vise à « mettre en musique » des modèles existants sur différents segments de la demande de déplacements et sur leur affectation⁶. Plusieurs sources de données sont dès lors sollicitées : l'enquête-

⁶ Les trafics de transit et d'échange de longue distance sont simulés par les modèles *Quinquin Fret Spatialisé* (Let) et *SAMI* (Isis). Les trafics internes à l'agglomération ainsi que les échanges avec le périurbain sont quant à eux représentés par le

ménages, mais aussi le fichier des migrations alternantes issues du recensement de l'Insee de 1990, les enquêtes cordon de 1979 et de 1990, les enquêtes SnCF de 1994-95 sur les principaux axes de la région urbaine.

Sans entrer dans le détail de la mécanique interne au modèle⁷, on peut en présenter brièvement les principaux composants. Le fichier des migrations alternantes permet d'avoir une estimation du volume et de la répartition spatiale des déplacements pour le travail, et notamment des déplacements des périurbains pour ce motif. L'enquête cordon donne une idée des flux entrants et sortants du périmètre, et permet aussi d'extrapoler les flux domicile-travail à l'ensemble des flux car elle fournit une décomposition par motif sur le périmètre enquêté. Les flux de transit et d'échange à longue distance en poids lourds et en voiture particulière sont estimés à l'aide du modèle interurbain SAMI, en faisant en outre des hypothèses sur le choix d'itinéraires à l'intérieur de la zone d'étude.

**Graphique 3 : Aire d'étude du modèle
Télescope et périmètre de l'enquête-ménages**



L'aire d'étude s'étend sur un périmètre de 45 km autour de Lyon, pertinent pour étudier les mouvements des résidents périurbains, mais aussi pour prendre en compte des flux de nature différente (locaux, d'échange, de transit) concernant la région urbaine. Cette aire est découpée en une quarantaine de zones, ce qui permet notamment de distinguer le périmètre de l'agglomération.

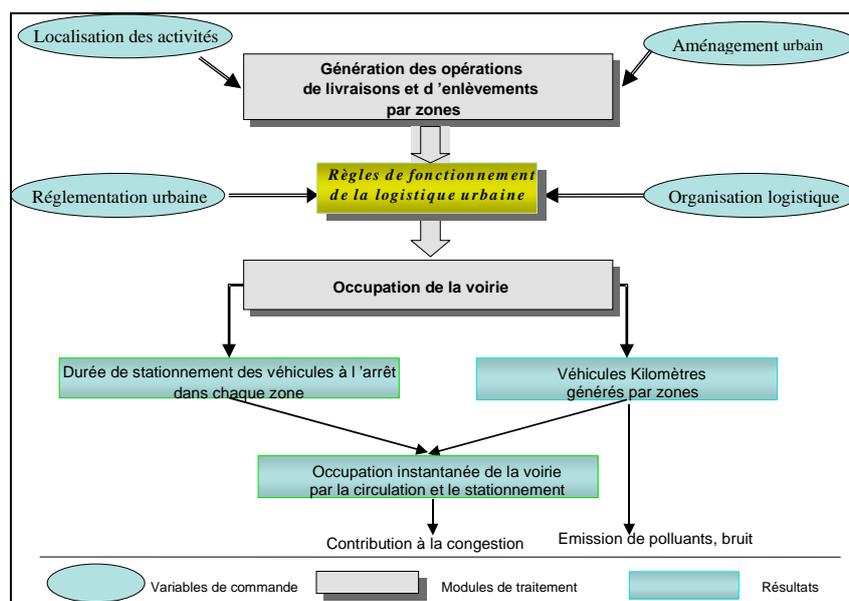
L'évaluation des trafics « hors enquête ménages » s'est faite en affectant par le modèle *Télescope* une matrice Origine-Destination ne comprenant pas les déplacements internes.

Le modèle *Freturb* (Cf. Graphique 4) apparaît complémentaire de *Télescope* en intégrant les trafics de marchandises générés à l'intérieur d'une agglomération. Elaboré pour décrire le plus précisément possible ce type de flux en milieu urbain, il permet d'évaluer l'impact de mesures de régulation en la matière ainsi que d'identifier et de quantifier les acteurs concernés. Construit sur la base de 3 vagues d'enquêtes menées entre 1995 et 1997 sur Bordeaux, Marseille et Dijon, ce modèle fournit les durées de stationnement et les véhicules kilomètres générés par grande zone au sein d'une agglomération donnée (découpage par commune et par arrondissement dans le cas lyonnais), en fonction de la surface des zones et des caractéristiques des établissements qui y sont localisés (type d'activité, nombre d'emplois, nature du local et nombre d'établissements de la même entreprise dans l'agglomération).

Modèle de Déplacements de Personnes en Région Urbaine (*MDP-RU*, Let) et affectés grâce à *Davis*, déjà évoqué (Cete de Lyon).

⁷ Voir Cabanne I, Durand S, Hennebelle P-Y, Masson S, Routhier J-L, Saliou E (2000), *Télescope : modèle de simulation des trafics de marchandises et de personnes locaux et interurbains dans un espace région-ville*, Rapport final. Recherche réalisée pour le compte de l'ADEME dans le cadre du PREDIT, 171 p.

Graphique 4 : Organigramme simplifié du modèle Freturb



Source : Routhier, 2001

Combinés ensemble, ces deux modèles reprennent la quasi totalité des trafics de l'agglomération. Seuls sont mal pris en compte les trafics professionnels des métiers appelés à de nombreux déplacements, comme les taxis, les représentants ou certains artisans – à l'exception notable bien sûr des transports de marchandises qui, eux, sont mesurés.

Appliqués sur l'aire de l'enquête-ménages, ces deux modèles fournissent les résultats suivants, exprimés en UVP.km⁸ et ramenés à la journée de semaine :

Tableau 2 : Distances parcourues en UVP km sur l'aire de l'enquête ménage un jour de semaine

Type de trafic	Distances par jour (en UVP.km)	dont marchandises	% des distances	dont marchandises
Mobilité urbaine des Lyonnais	10 341 096	-	57,2%	
Marchandises en ville	1 834 752	1 834 752	10,1%	10,1%
Echanges des résidents périurbains	3 509 760	-	19,4%	
Echanges de longue distance	1 830 744	400 656	10,1%	2,2%
Transit	572 400	188 760	3,2%	1,0%
Total	18 088 752	2 424 168	100,0%	13,4%

Sachant que les déplacements professionnels ne sont pas ou mal estimés, on peut dire que les trafics pris en compte dans notre travail représentent entre 50 et 55% des trafics réalisés au sein du périmètre d'étude.

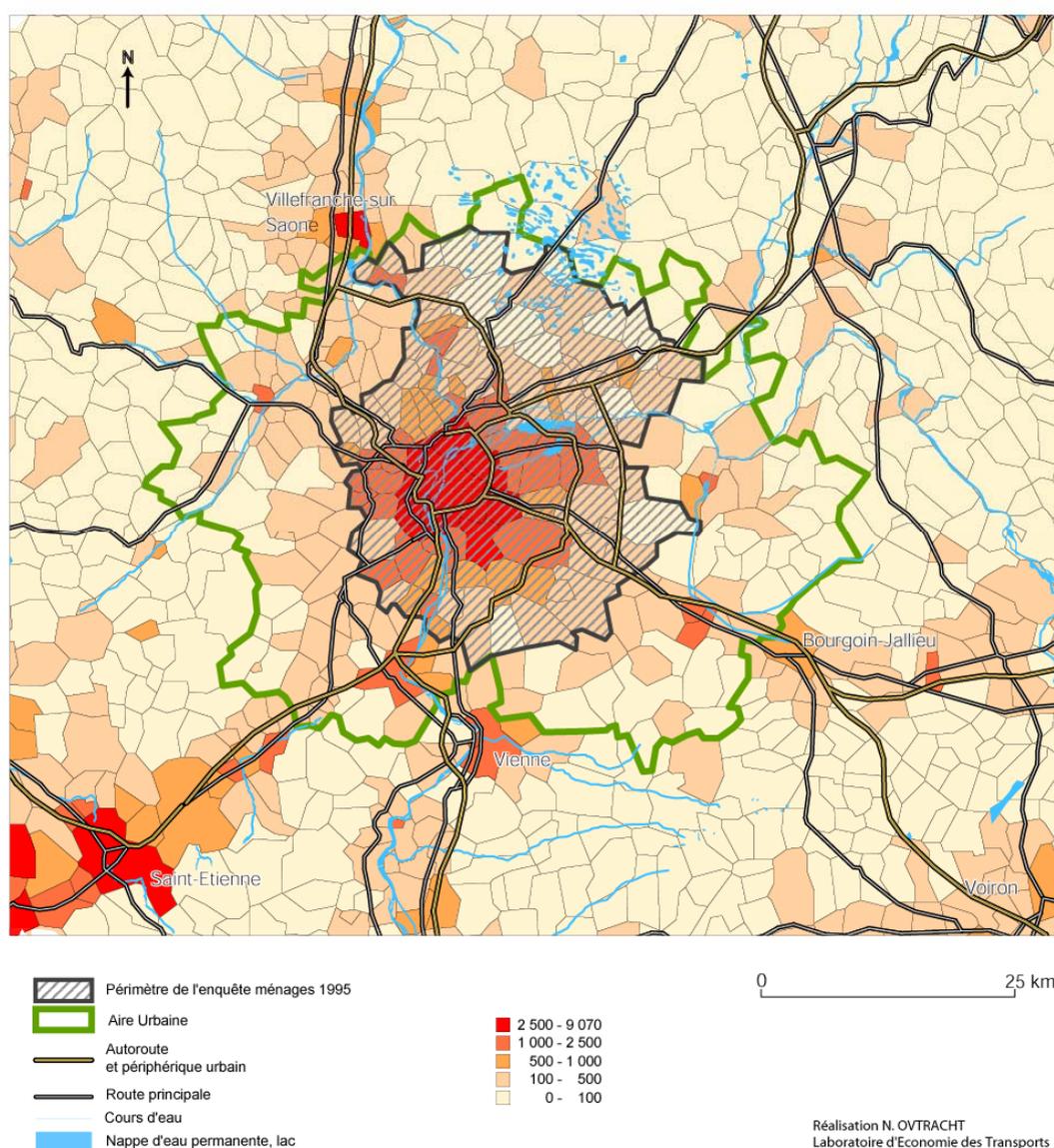
Tout d'abord, les ordres de grandeur fournis ici par *Télescopage* apparaissent cohérents avec ceux issus de nos propres estimations des distances directement établies à partir de l'enquête-ménage : 10,34 millions d'UVP kilomètres par jour pour *Télescopage*, 9,87 millions de véhicules kilomètres pour notre part, soit un écart de moins de 5% qui peut être attribué au léger biais sur l'unité de référence (UVP km contre véhicule km, peu différent dans le cas de la mobilité quotidienne des personnes).

⁸ L'UVP, ou Unité Véhicule Particulier, permet de considérer l'ensemble des véhicules selon une base commune, en fonction de la place que chacun occupe sur la voirie : un utilitaire léger pèse 1,5 UVP, un camion porteur 2 UVP et un articulé 3 UVP.

Par ailleurs, on constate une bonne convergence avec les résultats obtenus en heure de pointe du soir par le CETE de Lyon. Les différences de composition du trafic entre la journée et l'heure de pointe semblent peu affecter la répartition des véhicules entre ceux des Lyonnais et les autres sur la voirie de l'agglomération. A partir de là, nous avons choisi de considérer que 50% du trafic était lié aux circulations des résidents de l'agglomération et que la moitié des coûts d'entretien et de développement de la voirie était à leur imputer.

Enfin le poids des résidents périurbains apparaît important, puisqu'un cinquième des flux internes à l'agglomération sont dus à des mouvements entre l'agglomération et les espaces périurbains qui lui sont liés. Ce résultat montre tout l'intérêt que l'on aurait à élargir le périmètre de l'enquête-ménages. Les dynamiques et logiques à l'œuvre au niveau des déplacements des périurbains apparaissent en filigrane de la mobilité des résidents de la couronne la plus périphérique du périmètre enquêté, que nous extrapolerons aux espaces extérieurs. L'analyse des résultats devra donc bien faire ressortir les caractéristiques de la mobilité liée à l'éloignement du centre et au mode d'habitat individuel peu dense.

Carte 1 : Densités et périmètres de l'aire urbaine de Lyon et de l'enquête-ménages 1995



2. LES TRAFICS EXTRAURBAINS DES RESIDENTS LYONNAIS

Deuxième source d'incertitude dans la prise en compte des trafics, la mobilité quotidienne observée par le biais de l'enquête-ménages ne recouvre pas l'ensemble de la mobilité des résidents de l'agglomération. Les déplacements de week-end et de vacances ne sont pas connus. De plus, nous nous sommes restreints aux déplacements réalisés à l'intérieur de l'agglomération (96% des déplacements de l'enquête, 94% des déplacements motorisés), les autres ayant des impacts beaucoup plus diffus et beaucoup moins facilement appréhendables avec nos outils.

Or il apparaît difficile de séparer trop abruptement le dedans du dehors pour comprendre la logique et saisir les impacts de la mobilité des résidents d'une agglomération :

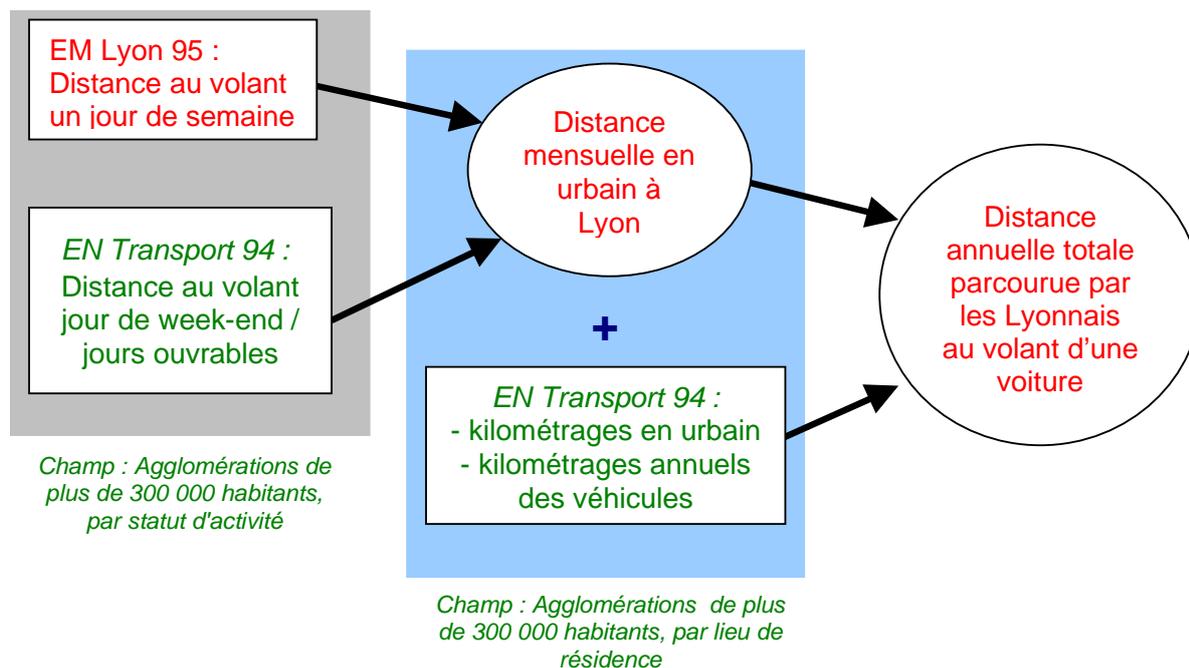
- Si mobilité durable signifie un développement maîtrisé des trafics (de leurs impacts environnementaux et de leur coût économique tout en préservant l'équité sociale en matière de transport urbain), il va de soi qu'un effort en matière de mobilité urbaine quotidienne perd toute portée si sa nature pousse les habitants des grandes agglomérations à allonger encore leurs distances parcourues durant le week-end et les vacances. Cet enjeu sera sans doute difficile à mesurer dans les phases de simulation ; il n'en reste pas moins important de le signaler et d'avoir une idée du phénomène à la date d'aujourd'hui.
- Par ailleurs l'évaluation économique (Cf. chapitre 4) fait ressortir le poids des coûts fixes ou annuels indispensables pour utiliser un véhicule. Ces coûts fixes sont liés pour partie aux déplacements extraurbains, et pour partie aux déplacements internes à l'agglomération de résidence. Il importe alors de connaître le plus précisément possible le rapport entre les distances internes et externes à l'agglomération pour pouvoir imputer correctement ces coûts.

2.1. Le nécessaire recours à l'Enquête Nationale Transports pour compléter l'estimation des distances

Pour estimer la part des mobilités non prises en compte dans l'enquête- ménages nous avons utilisé la base statistique offerte par la dernière Enquête Nationale Transports (ENT de 1993-94) en suivant la méthode élaborée par Caroline Gallez pour l'Ile-de-France⁹ et adaptée au contexte local, ce qui permet ensuite des comparaisons entre agglomérations avec des résultats cohérents entre eux (Cf. l'exemple de la comparaison entre l'agglomération lyonnaise et l'Ile-de-France dans le chapitre introductif). La procédure suivie peut être résumée par le Graphique 5.

⁹ Voir Caroline GALLEZ, *Indicateurs d'évaluation de scénarios d'évolution de la mobilité urbaine*. Rapport de convention DTT-Inrets n°690-9919-D33, 2000.

Graphique 5 : De la mobilité des jours ouvrables à Lyon à l'estimation des distances annuelles des résidents lyonnais



L'Enquête Transports permet de fournir des estimations à deux niveaux : pour passer des budgets-distance urbains d'un jour de semaine à ceux effectués le week-end, puis, une fois cette mobilité urbaine reconstituée sur une base annuelle, pour en estimer le poids dans l'ensemble des kilométrages parcourus par les véhicules des ménages.

Plus précisément, nous avons mis en rapport le kilométrage annuel des véhicules à disposition des ménages, et d'autre part le recueil, par carnet de bord, des déplacements (et notamment des kilométrages) réalisés par une voiture tirée au sort dans le parc du ménage pendant une semaine entière. A partir du carnet voiture il est ainsi possible de connaître les distances automobiles réalisées à l'intérieur (et à l'extérieur) de l'unité urbaine ou de la ZPIU de résidence. Après redressement correct des différentes données d'enquête, le rapprochement de ces deux sources de données permet de connaître la part du kilométrage des véhicules réalisée au sein de l'unité urbaine de résidence.

Toutefois à travers ces deux étapes nécessaires pour replacer la mobilité urbaine enquêtée dans l'ensemble des déplacements automobiles des ménages, les estimations varient fortement, notamment en fonction de la taille et de la configuration de l'unité urbaine de référence, d'où une source de biais importants. Pour limiter ces biais, nous avons essayé de garder un contexte urbain de « grande ville » relativement proche de celui qui caractérise l'agglomération lyonnaise en sélectionnant, parmi l'échantillon de l'enquête Transport, les agglomérations de plus de 300 000 habitants en 1993-1994 ¹⁰.

¹⁰ Soit les unités urbaines de Lyon, Marseille, Lille, Bordeaux, Toulouse, Nantes, Strasbourg, Nice, Toulon, Grenoble. Ce sous-échantillon comporte 2 200 ménages ou individus (un seul individu par ménage était enquêté sur sa mobilité effectuée le jour ouvrable précédent, et les deux jours du dernier week-end).

Pour bien mettre en évidence l'impact du périmètre d'enquête, les estimations ont été faites à la fois sur la part du kilométrage interne à l'unité urbaine de résidence (Tableau 3), et sur la part interne à la ZPIU¹¹ de résidence (Tableau 4).

Tableau 3 : Part des kilométrages automobiles réalisés en urbain en 1993-1994

Véhicules à disposition	Revenu par Unité de Consommation	% interne à l'unité urbaine de résidence	dont : semaine	dont : week-end
1 véhicule	Bas	48,1	37,2	10,9
	Moyen	45,8	36,1	9,7
	Haut	40,6	33,1	7,5
2 véhicules ou plus	Bas	40,0	33,4	6,6
	Moyen	46,3	36,5	9,8
	Haut	40,4	32,6	7,8
Moyenne générale		43,0	34,4	8,6

Source : Traitements LET, Enquête Nationale Transports INSEE-INRETS,
Champ : ménages motorisés en agglomération de province de plus de 300 000 habitants

Tableau 4 : Part des kilométrages automobiles internes à la ZPIU de résidence en 1993-1994

Véhicules à disposition	Revenu par Unité de Consommation	% interne à la ZPIU de résidence	dont : semaine	dont : week-end
1 véhicule	Bas	56,3	42,2	14,1
	Moyen	54,9	40,0	14,9
	Haut	52,3	38,7	13,6
2 véhicules ou plus	Bas	45,2	36,9	8,3
	Moyen	58,3	43,7	14,6
	Haut	45,9	35,7	10,2
Moyenne générale		51,2	38,8	12,4

Source : Traitements LET, Enquête Nationale Transports INSEE-INRETS,
Champ : ménages motorisés en agglomération de province de plus de 300 000 habitants

Exprimée en part des kilométrages annuels, la mobilité automobile intraurbaine ne représente même pas la moitié des déplacements (43%), et même à peine plus de 40% chez le tiers des ménages les plus aisés. Si l'on ne considère que les jours ouvrables – ce qui est le plus cohérent avec le champ couvert par les enquête ménages locales - cette part tombe même à un tiers seulement (34,4%). Ces taux fluctuent assez peu en fonction du revenu du ménage et du taux de motorisation. En revanche, ils peuvent varier plus fortement selon le lieu de résidence des ménages dans l'ensemble urbain, ou encore selon la situation des individus les composant, ce qui rend possible l'élaboration d'extrapolations différenciées de la mobilité de week-end, et de la mobilité non urbaine, selon le statut sociodémographique et la localisation des personnes en âge de conduire.

¹¹ Les Zones de Peuplement Industriel ou Urbain intègrent les espaces périurbains, à la différence des unités urbaines (agglomérations).

2.2. Du jour ouvrable au mois, comment estimer les distances urbaines ?

2.2.1. Présentation de la méthode

Les travaux méthodologiques de Caroline Gallez (2000) que nous reprenons, montrent ainsi qu'en Ile-de-France, la proportion de distances parcourues au volant d'une voiture un jour de week-end par rapport à un jour de semaine est très différente selon le statut socio-économique et la localisation résidentielle des individus. Cet effet se retrouve dans les agglomérations de plus de 300 000 habitants. L'analyse, menée dans un premier temps à un niveau individuel, fournit des chiffres qui sont ensuite agrégés au niveau de chaque ménage. Parmi les personnes en âge de conduire une voiture, le statut - distinguant les hommes actifs, les femmes actives, les étudiants et, parmi les inactifs, les retraités, les femmes au foyer et les chômeurs - et la localisation (centre, 1^{ère} couronne, 2^{ème} couronne)¹² ont une influence importante (tableau 1a).

Seuls sont pris en compte à cette étape les déplacements intra-urbains (dont l'origine et la destination se situent dans l'unité urbaine de résidence). Faute d'échantillons suffisants, le croisement avec la localisation résidentielle n'a pu être réalisé pour les étudiants, les femmes au foyer et les chômeurs ; ces groupes ont donc été affectés d'une valeur moyenne.

Appliqués à chaque individu enquêté dans l'agglomération lyonnaise, les coefficients α rapportant les distances au volant d'une voiture un jour de week-end à un jour de la semaine, permettent d'extrapoler les distances parcourues au volant d'une voiture un jour de semaine (*DistVPCSem*), à l'ensemble du mois (*DistVPCMens*), selon la formule générale :

$$DistVPCMens = (9,49 * \alpha + 20,95) * DistVPCSem \quad (1)$$

20,95 étant le nombre moyen de jours ouvrables dans un mois, et 9,49, le nombre moyen de jours de week-end ou fériés dans le mois.

Par la même méthode, nous avons extrapolé au mois les données du jour de semaine concernant le *nombre de déplacement au volant d'une voiture* du ménage, d'une part, et le *nombre de déplacements en transports collectifs urbains*, d'autre part. Ces deux coefficients nous permettront d'extrapoler, respectivement, les dépenses de stationnement diurne recueillies dans l'enquête-ménages de Lyon du jour de semaine au mois, et les dépenses affectées aux transports collectifs. Ces deux clefs de répartition varient elles aussi selon les groupes sociodémographiques et de localisation (tableaux 4 et 5). Seules différences, le coefficient concernant le nombre de déplacements en transports collectifs urbains a aussi été évalué pour les personnes de moins de 18 ans, et dans la reconstitution sur une base mensuelle des dépenses de stationnement, nous avons tenu compte du fait que le stationnement payant est beaucoup plus rare le dimanche et donc nous avons appliqué la formule (1) en ne comptant que la moitié de jours de week-end (4,74)

¹² Ces distinctions sont cohérentes avec l'outil typologique à plusieurs niveaux élaboré pour l'analyse des budgets-distance parcourus un jour de semaine par les Lyonnais : statut socio-démographique, puis localisation, et enfin, accès à la voiture apparaissent en effet comme les critères les plus discriminants pour expliquer les différences de budget-distances parcourus (voir rapport chapitre V)

2.2.2. Résultats : moins de kilomètres urbains parcourus en voiture le week-end, chez les actifs et plus encore chez les inactifs

L'évaluation des coefficients α_i fait l'objet du Tableau 5 (budget-distance au volant d'une voiture du ménage), du Tableau 6 (nombre de déplacement au volant d'une voiture du ménage), et du Tableau 7 (nombre de déplacements en transports collectifs urbains). De façon générale, les coefficients sont inférieurs à l'unité : on se déplace moins dans son agglomération le week-end qu'en semaine, et ce pour différentes raisons : moins de besoins de se déplacer pour des activités contraintes (travail ou école), moindres opportunités de déplacements (commerces, services fermés le dimanche) et, pour la voiture, mobilité plus orientée vers l'extérieur qu'en semaine (rappelons que le volet non urbain de la mobilité de week-end n'est pas considéré ici, mais sera intégré ultérieurement ; cf. 2.3. dans ce même chapitre).

En particulier, l'usage des transports collectifs urbains est dans l'ensemble beaucoup plus limité le week-end, notamment du fait d'un poids plus faible du domicile-école et du domicile-travail, motifs dominants d'usage des transports collectifs les jours ouvrables.

Il est à noter aussi que l'accès à la voiture très variable d'une catégorie à l'autre joue aussi sur son usage, le coefficient weekend/semaine étant en général plus élevé chez les actifs que chez les inactifs en dépit de l'absence fréquente d'activité contrainte.

Tableau 5: Rapport entre les distances intra-urbaines parcourues au volant d'une voiture du ménage un jour moyen de week-end et un jour de semaine

	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne
Homme actif	0,830	0,561	0,569
Femme Active	0,650	0,566	0,430
Au foyer	0,502	0,502	0,502
Etudiant	0,558	0,558	0,558
Retraité	0,987	0,559	0,462
Chômeur	0,363	0,363	0,363

Champ : Unités urbaines de plus de 300 000 habitants

Source : Traitements LET d'après enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994

Lecture : Le rapport entre le budget-distance des femmes actives du centre en tant que conductrice d'une voiture du ménage un jour moyen de week-end et celui d'un jour moyen de semaine est égal à 0,650.

Tableau 6 : Rapport entre le nombre de déplacements au volant d'une voiture du ménage un jour moyen de week-end et un jour de semaine

	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne
Homme actif	0,807	0,551	0,624
Femme active	0,476	0,567	0,470
Au foyer	0,468	0,468	0,468
Etudiant	0,591	0,591	0,591
Retraité	0,847	0,656	0,785
Chômeur	0,423	0,423	0,423

Champ : Unités urbaines de plus de 300 000 habitants

Traitements LET d'après enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994

Tableau 7 : Rapport entre le nombre de déplacements en transport collectif un jour moyen de week-end et un jour de semaine

	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne
Homme actif	0,507	0,185	0,098
Femme active	0,234	0,413	0,129
Au foyer	0,309	0,268	0,000
Etudiant	0,251	0,251	0,251
Retraité	0,625	0,533	0,433
Chômeur	0,354	0,354	0,354
Moins de 18 ans	0,139	0,269	0,130

Champ : Unités urbaines de plus de 300 000 habitants
Traitements LET d'après l'enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994

2.2.3. Qualité des estimations : des chiffres utilisables malgré des approximations inévitables

Les biais introduits par cette extrapolation au mois (ou à l'année) de la mobilité urbaine d'un jour de semaine peuvent se situer à deux niveaux : du fait de l'extrapolation d'un jour ouvrable à l'ensemble des jours ouvrables, d'une part, et de recoupement nécessaire d'enquête différentes, pour estimer la mobilité de week-end, d'autre part.

Au plan individuel, l'extrapolation d'un jour donné à l'ensemble des jours ouvrables donne des chiffres erronés, puisque la mobilité ne se reproduit pas identiquement d'un jour sur l'autre. Toutefois, on peut penser que l'agrégation de ces données permet de retrouver, au niveau des groupes sociaux, des résultats corrects, à condition bien sûr que les effectifs soient suffisamment importants pour permettre une compensation des erreurs commises au niveau individuel.

L'extrapolation au mois des distances parcourues un jour de semaine (intégration des jours de week-end) est une source plus certaine d'approximations, puisqu'elle nécessite de recourir à deux enquêtes différentes, et notamment, pour l'estimation de la mobilité de week-end, à des coefficients établis sur un groupe de dix agglomérations dont la réunion ne représente pas forcément bien la mobilité des citoyens lyonnais.

Peut-on donner un ordre de grandeur des éventuels biais?

Il est à noter tout d'abord que la mobilité de week-end est appréhendée, à travers l'enquête transport, par les déplacements du samedi *et* du dimanche, ce qui en assure a priori une mesure assez précise. En ce qui concerne la mobilité de semaine, un seul jour est enquêté à Lyon comme dans l'enquête Transports, et les estimations de la longueur des déplacements reposent sur des méthodes différentes : distance reconstituée par origine-destination fine après affectation sur le réseau pour l'enquête lyonnaise (Cf. chapitre II), distance déclarée (ENT).

Selon nos reconstitutions des distances à Lyon, la distance parcourue en moyenne en voiture un jour de semaine y est de 8,26 kilomètres par personne, alors que dans les agglomérations de plus de 300 000 habitants, le budget-distance moyen dans l'enquête Transport est de 7,47, soit de 10% inférieur. Cette différence relativement limitée n'est pas choquante compte tenu de la taille de l'agglomération lyonnaise (1,2 millions d'habitants) et du fait que les budgets-distance augmentent généralement avec la taille de la ville et du bassin d'emploi. En revanche, on note certaines fluctuations importantes dans les niveaux mesurés selon les

groupes sociaux : la mobilité au volant d'une voiture les jours de semaine est plus élevée dans l'ENT que dans l'EML pour les femmes au foyer, très proches pour les chômeurs et les femmes actives, et inférieure pour les autres cas.

La comparaison des coefficients concernant les agglomérations de plus de 300 000 habitants (Tableau 5), avec les données correspondantes pour l'Ile-de-France (Tableau 8a) et les agglomérations de 100 000 à 300 000 habitants (Tableau 8b) est une autre façon d'évaluer la cohérence des résultats selon la taille de la ville. On retrouve certaines régularités dans ces trois catégories de villes, comme la faible mobilité de week-end par rapport à la semaine des chômeurs et femmes au foyer, la valeur globalement plus élevée du coefficient pour les actifs que pour les actives, ou encore la valeur élevée pour les retraités du centre, qui provient en fait d'un faible niveau de mobilité au volant d'une voiture les jours de semaine. En revanche, pour une même catégorie socio-démographique et de localisation, le coefficient correcteur peut varier assez fortement entre les différents types d'agglomération, d'où une certaine fragilité de ces coefficients.

Tableau 8 : Rapport entre les distances intra-urbaines parcourues au volant d'une voiture du ménage un jour moyen de week-end et un jour de semaine

a) Région Ile-de-France (déplacements internes à la ZPIU)

	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne	Périurbain
Homme actif	0,849	0,856	0,865	0,777
Femme active	0,778	0,561	0,482	0,534
Au foyer	0,397	0,397	0,397	0,397
Etudiant	0,912	0,912	0,912	0,912
Retraité	0,830	0,769	0,619	0,707
Chômeur	0,520	0,520	0,520	0,520

Traitements INRETS d'après l'enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994 (Gallez, 2000)

b) Agglomérations 100 000 à 300 000 habitants

	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne
Homme actif	0,506	0,808	0,705
Femme active	0,595	0,296	0,438
Au foyer	0,596	0,596	0,596
Etudiant	0,726	0,726	0,726
Retraité	0,819	0,503	0,534
Chômeur	0,579	0,579	0,579

Traitements LET d'après l'enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994

Même si ces extrapolations fournissent des ordres de grandeur plus que des chiffres exacts, ce détour par l'enquête transport est indispensable pour mettre en perspective la mobilité étudiée avec l'ensemble des kilomètres parcourus en voiture. Compte tenu des données disponibles, cette approximation est inévitable. Comme elle ne porte que sur l'estimation des distances urbaines de week-end (soit un petit tiers des journées, aux distances plus faibles qu'en semaine), on peut penser que cette approximation ne modifie pas fondamentalement les budgets-distance urbains mensuels. Si l'on suppose une erreur de plus ou moins 0,2 sur chacune des valeurs des coefficients α (soit un écart conséquent), l'estimation de la mobilité mensuelle des citoyens ne varierait que de plus ou moins 6%. Les résultats obtenus concernant

le rapport entre mobilité de week-end et mobilité de semaine sont donc globalement utilisables pour extrapoler la mobilité recueillie dans l'enquête lyonnaise, compte tenu des objectifs assignés à cette étude.

2.3. Distances automobiles en urbain et kilométrages totaux : quelles clefs de répartition ?

2.3.1. Méthode

La phase suivante consiste faire le rapport, pour une semaine type et pour l'ensemble des véhicules à quatre roues à disposition du ménage, entre les kilomètres parcourus en urbain et le total kilométrique annuel recueillis pour ces mêmes véhicules. A nouveau, cette estimation nécessite de recourir à l'enquête nationale Transports, en transposant aux agglomérations de plus de 300 000 habitants, la méthode élaborée par C. Gallez pour l'Ile-de-France (2000). Pour ce faire nous utilisons deux types de recueil différents :

- Le carnet de bord des déplacements réalisés sur une semaine entière par une voiture du ménage (tirée au sort), pour l'estimation des déplacements au volant internes à l'unité urbaine de résidence ;
- Le fichier descriptif des véhicules à disposition du ménage, qui permet de connaître les kilométrages annuels de l'ensemble des véhicules du ménage. Une correction des kilométrages annuels a préalablement été effectuée. Pour les véhicules achetés depuis moins d'un an, le kilométrage déclaré depuis la date d'achat a été extrapolé à l'année. Enfin, les véhicules non renseignés sur le kilométrage ont été affectés du kilométrage moyen observé par type de carburant (essence/diesel) et de l'âge (≤ 5 ans, 5-10 ans, > 10 ans) lorsque ces deux caractéristiques étaient connues ;
- Compte tenu de valeurs assez différentes selon le lieu de résidence dans l'agglomération, la clef de répartition entre kilométrages urbains et kilométrages totaux est estimée pour les résidents du centre, de la 1^{ère} couronne, et de la 2^{ème} couronne.

2.3.2. Résultats : une part relativement limitée des déplacements intraurbains, mais dépendante de l'étendue des périmètres urbains considérés

Dans le cas des agglomérations de plus de 300 000 habitants, la part de déplacements intraurbains dans le total est d'à peine plus de 40%. Cette part est d'autant plus faible que le périmètre urbain retenu est limité (Tableau 8 à Tableau 11). Le fait d'élargir l'espace urbain au périmètre plus étendu de la Zone de Peuplement Industriel et Urbain (ZPIU) qui intègre les espaces périurbains, aboutit à estimer la part de mobilité urbaine et périurbaine à une petite moitié de l'ensemble des kilométrages parcourus en automobile. Ces taux demeurent toutefois inférieurs de 10% à ceux observés en Ile-de-France, le périmètre urbain étant ici beaucoup plus large puisqu'il comprend l'ensemble de la région Ile-de-France. La référence à la ZPIU est uniquement présentée de façon indicative puisque la cohérence avec le périmètre de l'enquête ménages nous impose de garder la référence aux unités urbaines de plus de 300 000 habitants. Elle met bien en évidence la sous-estimation des trafics urbains par les enquêtes ménages d'agglomération par le simple fait d'un périmètre trop restreint.

Il se vérifie que la part strictement urbaine des kilométrages automobiles des résidents centraux est moins importante que celle des ménages habitant en périphérie, ce qui s'explique par les plus courtes distances de déplacement automobiles en centre-ville, et le recours moins fréquent à ce mode. Cette tendance paraît très générale, puisqu'elle se vérifie quelle que soit la taille de l'unité urbaine. Dans le cas des grandes agglomérations de province comme de l'Ile-de-France, les effets de bordure expliquent que le taux de déplacements intraurbains des résidents de 2^{ème} couronne soit légèrement plus faible que celui des résidents de première couronne. En revanche, cet effet de bordure ne se retrouve pas dans les unités urbaines de plus petite taille.

Tableau 9 : Part du kilométrage interne à l'unité urbaine selon la localisation dans l'unité urbaine, agglomérations de plus de 300 000 habitants

	Circulation auto. totale (10 ³ kms/semaine)	Rapport interne urbain / totale (%)	Rapport interne ZPIU / totale (%)
Centre	331 708 480	33,8	42,1
1 ^{ère} couronne	203 731 480	47,7	55,7
2 ^{ème} couronne	259 172 200	45,1	51,6
Ensemble	794 612 160	41,0	48,7

Traitements LET, d'après l'enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994

Tableau 10 : Part du kilométrage interne à la ZPIU selon la localisation dans la ZPIU, région Ile-de-France

	Circulation auto. totale (10 ³ kms/semaine)	Rapport interne ZPIU / totale (%)
Centre	173 240	38,3
Banlieue intérieure	311 150	58,5
Banlieue extérieure	366 910	67,5
Périphérie	315 700	58,9
Ensemble Ile-de-France	1 167 000	58,4

Traitements INRETS, d'après l'enq. Transport INSEE-INRETS 1993-1994 in Gallez (2000)

Tableau 11 : Part du kilométrage interne à l'unité urbaine selon la localisation dans l'unité urbaine, agglomérations de 100 000 à 300 000 habitants

	Circulation auto. totale (10 ³ kms/semaine)	Rapport interne urbain / totale (%)	Rapport interne ZPIU / totale (%)
Centre	459 667	30,7	43,6
1 ^{ère} couronne	252 341	33,4	44,7
2 ^{ème} couronne	211 682	40,9	48,8
Ensemble	923 690	33,8	47,4

Traitements LET, d'après l'enquête Transport INSEE-INRETS 1993-1994

2.3.3. Des estimations cohérentes, mais restant à un niveau relativement agrégé

La première limite à cette estimation urbain / non urbain est son caractère très agrégé, qui ne permet pas de saisir, au-delà de la distinction des lieux de résidence en trois couronnes, toute la variabilité de la mobilité, et par conséquent, des dépenses automobiles des ménages.

Seconde limite : le fait que compte tenu des grandeurs en jeu les résultats globaux sont beaucoup plus sensibles à l'estimation de cette clef de répartition (urbain total) que de la précédente (week-end). Ces variations ne seront pas sans conséquences sur l'extrapolation à l'année des frais variables (dépenses de carburant et accessoirement de stationnement) et inversement, sur la part des frais fixes imputables à un usage urbain.

Cependant, les comparaisons précédentes sur la part des kilométrages parcourus en urbain dans les agglomérations de plus de 300 000 habitants suivent une certaine logique, puisque cette part augmente logiquement avec la taille de la ville et avec la surface du périmètre considéré comme urbain, d'une part, et lorsqu'on s'éloigne en périphérie (aux effets près des débordements de périmètre plus fréquents en grande périphérie). En dépit des approximations inévitables, les résultats apparaissent donc cohérents et applicables à l'agglomération lyonnaise. Plus que des chiffres exacts, ce sont les ordres de grandeur qu'il faudra rechercher dans les tableaux de présentation des résultats, ainsi que des effets structurels (évolutions relatives, différences entre groupes) qui eux ont toutes les chances d'être correctement représentés.

3. CONCLUSION

Par rapport aux objectifs de cette recherche, le champ de la mobilité quotidienne, urbaine et motorisée, des citoyens, telle que nous l'appréhendons, apparaît restreint à plusieurs niveaux.

Tout d'abord, la restriction de l'analyse aux résidents internes au périmètre « enquête-ménages », liée aux données existantes, revient à omettre de multiples sources de trafic, représentant la moitié du total, dont les principales sont les suivantes :

- absence de mesure des mouvements liés à l'approvisionnement et au transport de marchandises en ville ;
- quasi-oubli de la part prise par les espaces périurbains dans les activités, les déplacements, les émissions de polluants comme dans les coûts générés ;
- non-prise en compte des trafics intraurbains transitant par, partant ou arrivant de l'agglomération, qu'ils soient liés à de la mobilité régionale, interurbaine ou autre ;

Compte tenu des sources de données et des outils existants, ces différentes sources de trafic aux enjeux environnementaux, économiques et sociaux importants ne peuvent être pour l'instant qu'au mieux évaluées dans leurs volumes. Leurs caractéristiques précises demeurent encore mal connues, même si à l'instar de l'intérêt croissant porté aux transports de marchandise en ville, ils sont de plus en plus intégrés dans les politiques de transport urbains. Dans le cas de l'agglomération lyonnaise comme d'autres agglomérations, c'est sans doute sur la mobilité à origine ou à destination du périurbain que les outils classiques comme l'enquête-ménages peuvent encore le plus progresser, et apparaissent le plus nécessaire. En effet, les informations issues des recensements généraux de la population ne permettent pas de connaître les caractéristiques de la mobilité – notamment des périurbains – puisqu'elles se limitent au taux d'équipement en voitures particulières, au lieu (commune) de travail des actifs et, depuis 1999, au mode de transport le plus souvent utilisé pour se rendre au travail.

Concernant la mobilité des résidents, la limitation aux déplacements urbains des jours ouvrables de semaine, et le manque de référence aux déplacements des citoyens lyonnais

dépassant le périmètre urbain, nous ont amenés à réaliser des estimations à partir de l'enquête nationale Transport au prix d'approximations. L'extrapolation à la mobilité urbaine de week-end, d'une part, et l'évaluation du poids relatif de la mobilité motorisée des citoyens qui prennent place dans l'agglomération de résidence, d'autre part, rendent possible une imputation correcte (sinon tout à fait exacte) des dépenses individuelles et collectives estimées dans l'agglomération lyonnaise aux différents types d'usage. Ces estimations seront utilisées à la fois pour extrapoler les dépenses de carburant et de stationnement à l'ensemble de l'année et, inversement, pour déterminer la part des frais fixes (acquisition, entretien réparation, assurance) qui peut être affectée à la mobilité urbaine.

Certaines modifications concernant l'outil « enquêtes-ménages » permettraient de renforcer la pertinence des indicateurs proposés. En particulier, la nécessité de prendre en compte de l'ensemble des problèmes de transport urbain et périurbain milite pour l'élargissement du périmètre de manière à mieux approcher de la zone d'influence réelle des agglomérations. En dépit des difficultés administratives (et sans doute financières) que cet élargissement pose, des exemples récents (enquête-ménages marseillaise intégrant l'ensemble des bouches du Rhône, ou encore enquête sur la grande région urbaine de Strasbourg) montrent que la tendance va bien à un élargissement des périmètres d'enquête.

Le second aspect sur lequel l'outil est perfectible est la prise en compte des mobilités de week-end. A Lyon, le recueil complémentaire de la mobilité des samedi et dimanche précédents a bien été réalisé pour les individus de plus de 16 ans, mais l'absence de questions sur l'origine et la destination des déplacements rendent ces données difficilement utilisables dans notre problématique.

Enfin, certains renseignements complémentaires sur les véhicules seraient aussi intéressants tout en nécessitant moins d'aménagements dans le processus d'enquête. Ainsi, quelques questions sur les kilométrages annuels réalisés par les voitures du ménage permettraient de faire une estimation de la part de la mobilité urbaine sans avoir recours aux inévitables approximations liées à l'application des données nationales issues de l'enquête transport à un contexte urbain spécifique. Pour être utilisé correctement, ce renseignement nécessite quelques questions complémentaires pour les véhicules qui ont été achetés dans l'année : mois d'achat et kilométrage parcouru depuis la date d'achat¹³. Alors que nous ne disposons actuellement que d'informations très agrégées, ce type de renseignement aurait l'immense avantage de mettre en relations usage urbain et non urbain des voitures, et ce au niveau de chaque ménage, et donc de permettre de mettre en évidence les liens entre ces deux facettes intimement liées des pratiques de mobilité automobile : les ménages les plus mobiles en urbain sont-ils aussi ceux qui font le plus de kilomètres en dehors de la ville, ou peut-on mettre en évidence des stratégies de compensation ?

En dépit de ses limites, l'enquête-ménages demeure un outil irremplaçable. Elle nous fournit un champ d'observation privilégié des mobilités urbaines des personnes qui est bien au cœur de la question de la maîtrise des déplacements, tant du fait de la masse de la population concernée, que par leur impact environnemental, par leur poids économique pour la collectivité et pour les ménages. L'un de ses grands intérêts est de permettre une désagrégation des analyses par groupes sociaux, étape indispensable à la prise en compte des inévitables questions d'équité sociale attachées à la régulation de la mobilité urbaine. Ce champ de la mobilité restera par contre à compléter pour considérer les autres mobilités qui

¹³ D'autres limites inhérentes aux enquêtes-ménages locales seront évoquées lors de la reconstitution des revenus et des dépenses des ménages pour les déplacements urbains.

s'expriment dans la ville pour rendre compte d'une part de la dynamique des alternatives existantes (modes « doux ») et d'autre part des grands types de trafics, chacun avec ses logiques propres, qui sont couverts ou non par le système d'indicateurs mis en place.

CHAPITRE 2

L'EFFET DES METHODES D'ESTIMATION DES DISTANCES ET DES DUREES DES DEPLACEMENTS SUR LA COMPARABILITE DES RESULTATS

INTRODUCTION

Un second travail méthodologique important concerne l'estimation des caractéristiques physiques de chacun des déplacements pris en compte (distance, durée, vitesse). En effet, du fait de la méthode de travail choisie, toutes les évaluations, qu'elles traitent de la dimension environnementale, économique ou sociale, sont établies sur la base de coefficients unitaires affectés à chaque déplacement.

Dans un tel contexte, il devient primordial de connaître l'influence de la méthode utilisée pour mesurer les distances, des variations de 20% pouvant facilement être enregistrées pour un même déplacement, cet écart se répercutant bien évidemment dans les calculs des indicateurs. Dans une moindre mesure, les données temporelles peuvent avoir leur importance en jouant sur la manière de prendre en compte la congestion et ses effets : temps perdu pour les évaluations économiques et sociales ou, dans le cadre spécifique de ce travail, surémissions liées aux faibles vitesses dans les évaluations environnementales.

L'objectif de l'étude étant de proposer des indicateurs de mobilité durable applicables en agglomération, il était important de s'interroger sur l'impact de ces paramètres, sachant qu'ils risquent fort d'être déterminés de manière différente selon les contextes, en fonction des données et des moyens de calcul disponibles.

Cette partie méthodologique est donc consacrée à ces questions, en s'interrogeant tout d'abord sur le calcul des distances puis sur l'estimation des temps de parcours et des vitesses. Nous présentons les différentes méthodes testées avant de nous interroger plus avant sur la fiabilité des distances estimées.

1. DE LA LONGUEUR DES DEPLACEMENTS A L'ESTIMATION DES INDICATEURS

La distance du déplacement est le paramètre initial le plus important, pouvant fortement varier selon la méthode d'estimation utilisée et servant de base de calcul dans tous nos champs d'investigation, qu'ils soient environnementaux, économiques ou sociaux.

Soulignons de plus que suivant la longueur réelle du déplacement, la méthode d'estimation peut être plus ou moins déformante. Or suivant cette longueur réelle, le mode, le motif et les personnes concernées ne seront pas impliqués dans les mêmes proportions. Des biais se trouvent ainsi introduits dans l'analyse des résultats, non seulement à un niveau global, mais également dans les comparaisons plus fines entre types de déplacement ou d'individus les réalisant.

1.1. Les méthodes pour calculer la longueur des déplacements d'une enquête ménages

Deux paramètres importants jouent sur la détermination de la longueur d'un déplacement recueilli dans une enquête-ménages :

- la finesse du découpage utilisé ;
- la méthode de calcul des itinéraires.

1.1.1. La simplification du découpage zonal

L'enquête ménages, pour des raisons à la fois pratiques et déontologiques, ne peut pas repérer les informations géographiques à un niveau trop fin comme par exemple celui de l'adresse. Lors de l'enquête, le repérage est effectué au niveau de l'îlot, mais cette information n'est pas diffusée. Les extrémités des déplacements sont dès lors repérées par des zones plus ou moins larges. Lorsque nous avons besoin d'un référent géographique précis, les centres de ces zones, dénommés ici « centroïdes », sont utilisés.

Suivant le degré de finesse du découpage, l'origine et la destination du déplacement sont dès lors plus ou moins bien repérés et sa longueur s'en trouve affectée.

Dans notre travail, nous testerons 2 zonages. Le plus fin découpe l'aire d'enquête en 329 zones (sachant que la 330^{ème}, hors périmètre d'enquête peut être divisée en plusieurs autres zones). Ceci permet d'obtenir une superficie moyenne de 3,35 km²/zone, soit 0,48 km²/zone pour Lyon et Villeurbanne, 1,41 km²/zone en première couronne et 7,91 km²/zone pour le reste de l'agglomération.

Le second, plus grossier, est un découpage en 70 zones. La superficie moyenne est alors de 15,98 km²/zone, soit 2,17 km²/zone en centre d'agglomération, 7,62 km²/zone en première couronne et 37,02 km²/zone en périphérie. Ce découpage moins fin présente l'avantage de permettre des comparaisons avec les enquêtes précédentes. En effet, une fois défalquée la partie de l'aire d'étude qui a été rajoutée en 1995, on obtient un découpage en 50 zones compatible entre les enquêtes de 1976-1977, 1985-1986 et 1994-1995 ¹⁴.

En plus des conclusions générales qui peuvent être tirées, il apparaît intéressant de mesurer le biais introduit lorsque l'on simplifie les informations géographiques pour pouvoir mesurer les évolutions qui se sont produites au cours de ces 10 années.

Le découpage en zones implique également une manière spécifique de calculer la longueur des déplacements réalisés à l'intérieur des zones. Plusieurs solutions existent. On peut déduire la distance parcourue à partir d'une vitesse fixée a priori et des temps de déplacement déclarés au cours de l'enquête. L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait que les approximations dans les temps déclarés sont importantes, ce qui induit une forte incertitude sur les distances obtenues.

¹⁴ Ce découpage avait été reconstitué par Michel Le Nir, (1991), *Les modèles de prévision de déplacements urbains*, Thèse en économie des transports, Lyon, Université Lumière Lyon II, LET. 313 p.

Graphique 6 : L'enquête ménage de Lyon : périmètres 1985 et 1995, et découpage commun sur 50 zones



On peut également établir une distance moyenne à partir de la surface de la zone. La solution retenue par l'Inrets lors du calcul des BEED est $d=1/2.\sqrt{S}$ ¹⁵. D'un côté les distances obtenues ne sont plus dépendantes des erreurs sur les temps déclarés ; de l'autre toute variabilité disparaît au sein des déplacements d'une même zone. Par souci de cohérence et de comparabilité des résultats, nous avons choisi de garder ce mode de calcul. Par contre, la taille du découpage joue alors directement sur l'estimation des distances des déplacements intrazonales et il est nécessaire de vérifier dans quelle mesure cela affecte les résultats globaux. Soulignons cependant que nous avons écarté la distance maximale en marche à pied à 600 mètres pour éviter d'avoir des estimations trop fortes sur ce mode pour les zones de 2^{ème} couronne qui ont parfois une surface importante. Cette limitation des déplacements à pied a bien évidemment réduit l'écart entre les deux découpages.

1.1.2. Le calcul des itinéraires

La méthode de calcul des itinéraires joue également un rôle important dans la longueur calculée du déplacement. Celle-ci peut aller du simple trait tracé entre deux centroïdes à l'affectation la plus fine possible sur le réseau viaire en fonction de l'heure et des contraintes de trafic.

Nous testerons ici plusieurs méthodes pour les comparer entre elles : vol d'oiseau, rectilinéaire moyen et rectilinéaire pondéré, affectation en heure creuse et en heure de pointe à l'aide du modèle DAVIS.

La distance à vol d'oiseau

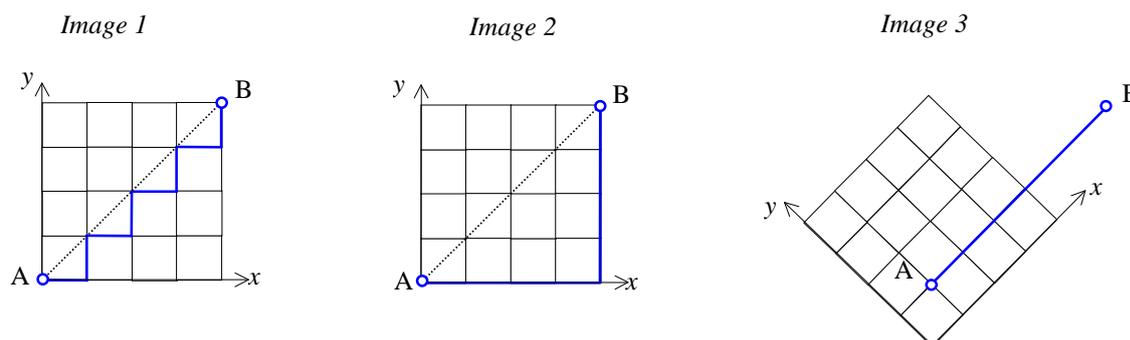
C'est la distance la plus simple, qui correspond à la distance euclidienne, soit la longueur de la ligne droite tracée entre deux centroïdes de zones.

La distance rectilinéaire

Pour tenter de se rapprocher d'une distance plus réaliste, on peut supposer que les déplacements ne se font pas en ligne droite mais plutôt par une succession de lignes brisées, en escalier (image 1 ci-dessous), ce qui permet, en première approximation, d'intégrer les caractéristiques d'un réseau routier en agglomération. Un tel type de déplacement peut être assimilé à 2 segments de droite se croisant à angle droit (image 2) et sa longueur se déduit facilement à partir des coordonnées des centroïdes.

L'inconvénient d'une telle méthode est que les résultats dépendent directement des axes de référence retenus : comme on le voit dans l'image 3 par rapport aux deux représentations précédentes, le fait d'avoir pivoté ces axes de 45° conduit dans cet exemple à éliminer la composante en ordonnée et à retrouver une distance à vol d'oiseau.

¹⁵ Voir Caroline Gallez, Laurent Hivert, (1998), *BEED : mode d'emploi – synthèse méthodologique pour les études « Budgets Energie Environnement des Déplacements »*. Rapport de convention Ademe-Inrets. 85 p.

Graphique 7 : Distances rectilinéaires – quelles représentations ?

Nos conventions cartographiques conduisent implicitement à considérer l'axe Ouest-Est comme l'axe des abscisses et le Sud-Nord comme celui des ordonnées. Mais ceci ne correspond pas à grand chose par rapport à la logique d'orientation d'un réseau de voiries et n'a aucun sens par rapport aux déplacements. Pour éviter ce problème, il peut être fait appel à un coefficient moyen $\alpha=1,3$ qui correspond à la distance supplémentaire induite, en moyenne, par un calcul rectilinéaire par rapport à du vol d'oiseau (Cf. encadré page suivante).

Pour affiner cette première estimation, on peut également supposer que plus l'origine et la destination sont éloignées l'une de l'autre, plus le parcours a de chance de se rapprocher d'une logique linéaire. Pour prendre en compte ceci, le calcul des BEED se fait souvent à partir d'une distance rectilinéaire dr établie à partir d'un coefficient α variant de 1,1 à 1,4 en fonction de la distance vol d'oiseau dvo entre l'origine et la destination¹⁶ :

$$dr = dvo * (1,1 + 0,3 * e^{(-dvo/20)})$$

avec $dr = 0$ pour $dvo = 0$ km
 $dr = dvo * 1,1$ pour $dvo > 20$ km

La distance établie par affectation du trafic

Enfin une dernière possibilité de détermination des distances parcourues consiste à utiliser un modèle d'affectation du trafic sur le réseau routier, permettant de déterminer de manière fine les itinéraires des déplacements automobile pour chaque OD.

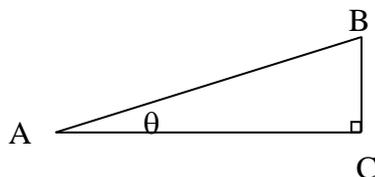
Nous avons repris ici les résultats du modèle DAVIS fournis par le CETE de Lyon sur la base de la matrice 1995 « d'heure de pointe du soir » traditionnellement utilisée et d'une matrice moins chargée pour figurer l'heure creuse. En fonction de son heure de départ, chaque déplacement s'est ensuite vu caractériser par les données de l'une ou l'autre simulation de DAVIS, permettant ainsi de rendre compte des variations de vitesses et d'itinéraires liées à la charge du réseau¹⁷.

¹⁶ La formule présentée ici correspond à ce qui est utilisé traditionnellement par l'INRETS dans ces différents travaux sur les BEED.

¹⁷ en heure de pointe, nous avons pris : [7h15, 8h45], [11h15, 11h45], [13h15, 13h45] et [16h15, 19h15], soit les 5h30 les plus chargées, qui totalisent plus de 50% des départs de déplacements automobiles (53,0%). Le reste de la journée est en heure creuse.

Passer du vol d'oiseau au rectilinéaire : le coefficient $\alpha=1,3$ ¹⁸

Compte tenu du maillage du réseau en milieu urbain, on a souvent tendance à assimiler la distance parcourue à une distance rectilinéaire d^r . Disposant dans les faits de la distance euclidienne (ie à vol d'oiseau) d^e entre le centroïde d'origine et le centroïde de destination, on corrige souvent d^e d'un coefficient α pour retrouver la distance d^r .



Pour aller de A en B : $d^e = AB$
 $d^r = AC + CB$

Le coefficient α qui permet de passer de d^e à d^r dépend de l'angle θ ou, autrement dit, du rapport entre la distance AC et la distance CB. On utilise couramment un coefficient α moyen, égal à 1,3 :

$$\begin{aligned} d^r &= AC + CB \\ &= AB (\cos\theta + \sin\theta) \\ &= d^e (\cos\theta + \sin\theta) \end{aligned}$$

Pour raison de symétrie, il suffit de faire varier θ de 0 à $\pi/4$ pour obtenir le rapport moyen α :

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{(\pi/4)} \times \int_0^{\pi/4} d^r / d^e \\ \alpha &= \frac{4}{\pi} \times \int_0^{\pi/4} (\cos\theta + \sin\theta) d\theta \\ \alpha &= \frac{4}{\pi} \\ \alpha &\approx 1,27 \approx 1,3 \end{aligned}$$

1.2. Des résultats contrastés

1.2.1. Des variations liées à la longueur et la localisation des déplacements

L'évaluation de la distance des déplacements automobiles représente un enjeu important car, tant du fait de leur nombre que de leurs caractéristiques, elle a un impact fort sur nos indicateurs, en matière d'estimation des émissions, des dépenses des ménages ou des différences de distances parcourues totales suivant les individus. Avoir une idée des variations des longueurs estimées de ces déplacements en fonction de la méthode de calcul retenue est donc primordial.

Cependant, c'est aussi pour ces déplacements que nous avons la description la plus précise des itinéraires empruntés (et donc des distances parcourues), grâce aux résultats calculés par le modèle DAVIS et fournis par le CETE de Lyon. 21 999 déplacements automobiles interzones et réalisés à l'intérieur de l'aire de pertinence de DAVIS ont servi de base de calcul et les résultats de l'affectation ont servi de référence rapport aux autres méthodes de calcul.

¹⁸ Cet encadré a été réalisé à partir du travail de PLAT Didier, 1982, *Distances de déplacement, le cas de l'agglomération lyonnaise*. Mémoire de DEA, Université Lumière Lyon 2. 100 p. + ann. Ainsi que DIAZ OLVERA Lourdes, PLAT Didier, 1985, *Consommation d'énergie et mobilité de proximité*. Thèse en économie des transports, Université Lumière Lyon 2. 221 p. + ann

Par ailleurs, deux facteurs explicatifs des variations dans les résultats ont été pris en compte.

D'une part *la longueur du déplacement* est importante : les erreurs ne sont pas forcément de même ampleur ni de même nature selon que la distance parcourue est de 2 ou de 15 km. C'est par exemple ce qui a explicitement conduit à proposer un calcul rectilinéaire pondéré d'un coefficient variant de 1,1 à 1,4 pour compenser les erreurs supposées avec un coefficient moyen fixé à 1,3. Pour se rendre compte de l'influence de la distance sur les erreurs, les déplacements ont été regroupés en 6 classes :]0-2,5[km, [2,5-5[km, [5-10[km, [10-15[km, [15-20[km, 20 km et plus.

D'autre part *la structure du réseau* joue aussi un rôle essentiel ce qui conduit par exemple à corriger la distance à vol d'oiseau pour passer au rectilinéaire. Trois types de zones ont été distingués (centre, 1^{ère} couronne, périphérie) pour voir si les différences de maillage pouvaient avoir un impact sensible sur les distances estimées. Les combinaisons de liaisons entre ces 3 zones donnent, là encore, 6 classes de déplacements (Tableau 12).

Tableau 12 : Nombre de déplacements automobile selon leur longueur et leur localisation

	Cent-Cent	Cent-Cour1	Cent- Cour2	Cour1-Cour1	Cour1- Cour2	Cour2- Cour2	Total
<i>]0-2.5[km</i>	1 784	378		1 307	75	1 158	4 702
<i>[2.5-5[km</i>	1 797	1 081	121	1 047	806	1 527	6 379
<i>[5-10[km</i>	789	2 228	865	384	1 388	1 147	6 801
<i>[10-15[km</i>	7	307	1 375	178	663	318	2 848
<i>[15-20[km</i>		3	498	32	273	116	922
<i>20 km et plus</i>			123		101	123	347
Total	4 377	3 997	2 982	2 948	3 306	4 389	21 999

1.2.2. Du vol d'oiseau au rectilinéaire : une bonne convergence vers les résultats de DAVIS

Lorsque l'on compare les résultats obtenus avec d'un côté une estimation des distances par le modèle DAVIS et de l'autre des méthodes plus frustrées comme le vol d'oiseau et le rectilinéaire, on constate une convergence très rapide lorsque l'on affine les hypothèses de calcul (Tableau 13).

Tableau 13 : Comparaison des distances moyennes suivant la classe du déplacement estimée avec DAVIS

Classes de distances	Distance moyenne (DAVIS)	Vol d'Oiseau / Davis	Rectilinéaire moyen / Davis	Rectilinéaire pondéré / Davis
<i>]0-2.5[km</i>	1,72	0,71	0,92	0,98
<i>[2.5-5[km</i>	3,67	0,70	0,91	0,95
<i>[5-10[km</i>	7,14	0,76	0,99	1,01
<i>[10-15[km</i>	12,16	0,79	1,03	1,02
<i>[15-20[km</i>	16,94	0,81	1,06	1,01
<i>20 km et plus</i>	23,17	0,81	1,05	0,95
Ensemble	6,29	0,77	1,00	1,00

La distance à vol d'oiseau sous-estime systématiquement la longueur réelle du déplacement, de 23% en moyenne. Ce déficit est plus fort sur les courtes distances, puisqu'il avoisine les

30% pour les déplacements de moins de 5 km, mais reste important sur les distances longues, avec -19% au delà de 15 km.

Ce constat empirique tiré de l'exemple lyonnais vient donc conforter tout à la fois la justification théorique de l'usage d'un coefficient correcteur moyen $\alpha=1,3$ appliqué à la distance vol d'oiseau ($1/0,77 \approx 1,3$) et l'intuition d'une adaptation de ce coefficient en fonction de la distance du déplacement (plus fort pour les courtes distances, plus faible pour les longues).

L'utilisation systématique d'un coefficient de 1,3 permet déjà à un niveau global d'avoir une estimation parfaite de la longueur des déplacements : la distance parcourue totale estimée de cette manière et celle obtenue par DAVIS en prenant en compte les itinéraires sont identiques. Les raffinements apportés par un coefficient variable permettent de réduire encore les écarts enregistrés par classes de distance : la sous estimation des petites distances et la surestimation des longues se trouvent fortement atténuées et l'erreur moyenne par classe est alors au maximum de 5%.

Ce premier tableau rend compte des variations entre les moyennes de classe, ce qui cache d'éventuelles compensations des erreurs entre elles. Pour éviter ce problème et mesurer la variabilité totale des résultats des différentes méthodes par rapport aux calculs de DAVIS, la valeur absolue des écarts a également été considérée – soit, pour n déplacements, d^D la distance de référence calculée par Davis et d^x l'autre distance à tester, on a utilisé l'écart relatif suivant, exprimé en pourcentage :

$$e_r = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i^x - d_i^D| / n}{\tilde{d}^D}$$

Les premières conclusions se trouvent alors peu modifiées, si ce n'est que la proximité des moyennes dans le cas des distances rectilinéaires ne doit pas conduire à sous-estimer les risques d'écarts lorsque l'on considère les déplacements pris individuellement. Sur les courtes distances notamment, l'écart moyen avec DAVIS est de plus de 25%. Il se réduit progressivement lorsque les parcours s'allongent, et ce de manière un peu plus nette avec l'utilisation d'un coefficient variable (Tableau 14).

Ceci dit, tant que les résultats sont exploités à un niveau agrégé, ces variations constatées ne prêtent pas à conséquence et l'exemple lyonnais tend à montrer qu'à défaut de modèle d'affectation, l'usage de distances rectilinéaires calculées avec un coefficient variable est un excellent compromis.

Tableau 14 : Variation moyenne des longueurs calculées par rapport aux estimations de DAVIS

<i>Classes de distances</i>	<i>Distance moyenne (DAVIS)</i>	<i>Vol d'Oiseau / Davis</i>	<i>Rectilinéaire moyen / Davis</i>	<i>Rectilinéaire pondéré / Davis</i>
<i>]0-2.5[km</i>	1,72 km	±34,9 %	±26,7 %	±26,5 %
<i>]2.5-5[km</i>	3,67 km	±30,8 %	±17,7 %	±17,0 %
<i>]5-10[km</i>	7,14 km	±23,8 %	±10,6 %	±10,5 %
<i>]10-15[km</i>	12,16 km	±20,6 %	±9,2 %	±8,0 %
<i>]15-20[km</i>	16,94 km	±18,8 %	±10,0 %	±7,4 %
<i>20 km et plus</i>	23,17 km	±19,2 %	±9,6 %	±7,7 %
<i>Ensemble</i>	<i>6,29 km</i>	<i>±24,0 %</i>	<i>±12,3 %</i>	<i>±11,4 %</i>

La configuration du réseau a-t-elle un impact différencié sur l'estimation des longueurs suivant la méthode retenue ? La distinction entre centre, première et deuxième couronne ne fait guère apparaître de résultat concluant lorsque l'on compare, classe par classe, les distances moyennes entre elles.

Par contre l'observation plus fine de la variabilité de la longueur de chaque déplacement montre que les erreurs sont beaucoup plus importantes en 2^{ème} couronne qu'au centre sur courtes distances : ainsi par exemple, pour les déplacements de moins de 2,5 km, l'erreur moyenne avec du rectilinéaire à α variable par rapport aux estimations de DAVIS est de 18,5% pour les déplacements en centre ville ; elle s'élève à 40% pour les déplacements de 2^{ème} couronne. Ces erreurs s'amenuisent et convergent rapidement avec l'augmentation des distances : elles tombent respectivement à 7,8 et 13% pour la classe [5 ; 10[km.

Le même constat, avec exactement les mêmes ordres de grandeurs peut être fait avec un α constant de 1,3. Par contre, avec le calcul à vol d'oiseau, rien n'apparaît qui différencie les erreurs faites dans le centre de celles faites en première ou deuxième couronne.

L'interprétation qui peut être tirée de ce résultat est qu'en périphérie la structure du réseau est beaucoup moins homogène que dans le centre, avec de véritables espaces de rase compagne et des centres de communes à caractéristiques urbaines prononcées. Ceci débouche sur une très grande variété d'itinéraires sur les courtes distances, linéaires ou très sinueux suivant les origines et destinations, ce qui ne peut pas être représenté finement par une méthode aussi systématique que le calcul de distances rectilinéaires.

Il faut aussi souligner que sur ces courtes distances, on atteint les limites de l'exercice, même avec l'aide d'un modèle d'affectation, car la représentation par zone conduit à ne pas prendre en compte l'origine et la destination précises des déplacements mais à les concentrer sur les centroïdes de chaque zone. L'erreur induite est alors certaine et non maîtrisée sur les petits parcours, ce qui est d'autant plus vrai en 2^{ème} couronne où le découpage a tendance à être plus grossier.

Pour conclure sur cette question, il semble bien que tant que l'on travaille à un niveau agrégé, les distances rectilinéaires fournissent une très bonne approximation des distances réelles. Ceci est sans doute moins vrai lorsque l'on s'attache aux résultats pour chaque déplacement, notamment sur les courtes distances et encore plus en zones périphériques. Par contre les erreurs générées se compensent les unes les autres et les résultats globaux ne sont pas affectés

par les approximations du calcul d'une distance rectilinéaire, surtout si le coefficient correcteur prend en compte la longueur à vol d'oiseau du déplacement.

1.2.3. La spécificité des estimations établies à partir du temps déclaré

L'estimation des distances parcourues à partir des temps déclarés par les personnes enquêtées doit être traitée à part car elle introduit de nombreux éléments spécifiques par rapport aux autres méthodes :

- le temps déclaré correspond à du porte à porte et inclut donc les temps de déplacements terminaux comme par exemple la marche pour se rendre à sa voiture ou à l'arrêt de bus ;
- il fait également intervenir la subjectivité de l'enquêté qui peut ressentir et estimer différemment son temps de déplacement suivant le contexte où il se trouve ;
- enfin, les vitesses ont été établies, pour chaque mode, sur la base moyenne fournie par ce même temps déclaré et la distance rectilinéaire calculée avec un coefficient constant de 1,3.

Tableau 15 : Comparaison des distances obtenues avec Davis et à partir des temps déclarés

<i>Classes de distances</i>	<i>Distance moyenne (dm DAVIS)</i>	<i>dm DAVIS / dm tps déclaré</i>	<i>Ecart moyen / DAVIS</i>
<i>]0-2.5[km</i>	1,72 km	1,71	89,4 %
<i>]2.5-5[km</i>	3,67 km	1,08	45,3 %
<i>]5-10[km</i>	7,14 km	0,82	40,7 %
<i>]10-15[km</i>	12,16 km	0,62	44,4 %
<i>]15-20[km</i>	16,94 km	0,53	52,8 %
<i>20 km et plus</i>	23,17 km	0,43	59,0 %
<i>Ensemble</i>	6,29 km	0,81	47,7 %

L'erreur commise ne semble pas être de même nature suivant la distance parcourue. Les distances sont fortement surestimées sur les petits parcours et, au contraire, de plus en plus sous évaluées lorsque la distance s'accroît : de +71% pour les distances de moins de 2,5 km à -57% pour celles de 20 km et plus.

Une première explication à ce phénomène est liée à l'importance des temps de trajets terminaux dans les petits déplacements. Ils accroissent le temps global de manière significative et la vitesse moyenne utilisée étant appliquée directement sur ce dernier, la distance calculée se trouve automatiquement surestimée. Ceci semble être confirmé par l'observation des petits déplacements de centre-ville, qui enregistrent un écart de 1 à 2 entre les moyennes DAVIS et « temps de parcours » (2,14 exactement). En effet, plus que l'hypothèse d'un effet lié à la structure du réseau qui nous avait conduit à distinguer le centre, la première couronne et la périphérie, ce résultat peut être attribué à l'importance des trajets terminaux pour les déplacements automobile dans cette zone du fait des difficultés de stationnement.

La sous-évaluation des déplacements longs suggère également que les temps ressentis ne sont pas les mêmes pour les trajets terminaux que pour la part de déplacement effectuée avec le

mode principal : ils sont peut être plus péniblement ressentis et donc surestimés pour les premiers ; ils sont indubitablement sous évalués pour le second, conduisant à une sous estimation croissante avec la distance.

Dans les zones des [2,5-5[et [5-10[km, où les distances moyennes estimées par DAVIS et celles évaluées à partir des temps déclarés sont les plus proches avec respectivement une différence de 8 et 18%, on enregistre cependant toujours une très forte variabilité des écarts, qui restent de l'ordre de 45 et 40%. Ces écarts sont du même ordre ou supérieurs dans les autres classes de distances (s'élevant jusqu'à plus de 89% sur les déplacements de moins de 2,5 km).

Ceci montre bien que les explications avancées précédemment, si elles jouent de manière sensible, ne suffisent pas. Il n'y a pas de surestimation ou de sous-évaluation systématique suivant que les déplacements soient courts ou longs. Les biais liés à la simplification des calculs ainsi que la subjectivité des enquêtés liée au contexte du déplacement (parcours habituel ou non, contrainte temporelle forte, encombrements,...) et au tempérament de chacun introduisent, de toute façon, une très forte variabilité dans les estimations.

1.3. L'impact de la finesse du découpage

Suivant les enquêtes et les agglomérations, les découpages retenus peuvent être plus ou moins fins. De même, si l'on veut analyser des évolutions dans le temps, au sein d'une même agglomération, il est souvent nécessaire d'agréger les zones pour pouvoir disposer d'un découpage compatible et faire des comparaisons. Dans quelle mesure la taille des zones affecte-t-elle les estimations des distances ?

C'est ce que nous allons regarder maintenant en analysant deux types d'estimations :

- Lorsque les déplacements sont internes à une zone : dans ce cas, la distance est estimée en fonction de la surface de la zone ($1/2\sqrt{S}$, avec une limite posée à 600 m pour la marche à pied). Plus le découpage est grossier, plus le nombre de déplacements intrazones est important et plus leur distance estimée augmente.
- Pour les autres déplacements, les distances sont établies à partir des centroïdes de l'origine et de la destination. Le changement de découpage modifie l'emplacement de ces centroïdes, ce qui affecte le calcul des distances.

1.3.1. La surestimation des déplacements intrazones lorsque le découpage est agrégé

Lorsque l'on passe d'un découpage fin à un découpage agrégé, la surestimation des distances est mécanique avec un calcul du type $1/2\sqrt{S}$:

Soit S la surface totale de l'aire d'étude, n_1 et n_2 le nombre respectif de zones pour les 2 découpages retenus.

En moyenne $S_1=S/n_1$ et $S_2=S/n_2$

Les distances estimées sont alors $L_1=1/2\sqrt{S_1}=1/2\sqrt{(S/n_1)}$ et $L_2=1/2\sqrt{S_2}=1/2\sqrt{(S/n_2)}$

Le rapport entre ces deux longueurs est constant :

$$\begin{aligned} L_1/L_2 &= [1/2\sqrt{(S/n_1)}]/[1/2\sqrt{(S/n_2)}] \\ &= \sqrt{(n_2/n_1)} \end{aligned}$$

Le passage de 329 à 69 zones pour une même aire globale devrait donc logiquement entraîner une multiplication par 2,18 de la longueur des déplacements intrazones si les déplacements étaient répartis de manière homogène au sein de chaque zone.

En fait cette surestimation est largement atténuée par la contrainte posée a priori sur les déplacements à pied, qui sont limités à une longueur maximale de 600 mètres. Et ce cas des déplacements MAP supérieurs ou égaux à 600 m concerne respectivement 30 et 43% des déplacements intrazones (15 444 et 23 528 déplacements concernés) des découpages en 329 et en 69 zones.

Le Tableau 16 ci-dessous montre comment, compte tenu de cette contrainte sur la marche à pied, l'estimation de la longueur des déplacements internes évolue lorsque l'on passe du découpage fin au découpage agrégé.

Tableau 16 : Distances estimées des déplacements intrazones selon le découpage retenu

	effectif	Longueur (km)		L_{70}/L_{357}
		dec. 357	dec. 70	
<i>Centre</i>	6 606	0,56	0,64	1,16
<i>1ère couronne</i>	6 607	0,97	1,04	1,07
<i>Périphérie</i>	10 315	1,43	1,96	1,37
	23 528	1,06	1,33	1,26

De manière générale, le passage de 329 à 69 zones conduit à une surestimation d'environ 25% de la longueur des déplacements, avec une erreur plus forte (+37%) en périphérie que dans la première couronne et le centre.

Il reste que les déplacements qui nous préoccupent plus particulièrement lors des bilans environnementaux ou pour les évaluations économiques sont ceux réalisés avec des modes motorisés qui ne sont pas concernés par une contrainte de distance maximale. Ainsi, si l'on considère les 5 845 déplacements automobiles réalisés à l'intérieur des 329 zones du découpage fin, leur longueur est augmentée de 80% lorsque l'on passe au découpage agrégé.

1.3.2. Des déplacements interzones peu affectés ?

La distance estimée pour les déplacements interzones est affectée par le changement d'emplacement des centroïdes lorsque l'on passe d'un découpage à un autre. Cependant, les erreurs se compensent largement et, d'un point de vue global, rien ne change vraiment puisque entre les découpages 329 et 69, la distance moyenne estimée ne varie que de 3% (Tableau 17).

Tableau 17 : Distances estimées des déplacements interzones selon le découpage retenu

Classes de distances	Longueur estimée		L_{69}/L_{329}	Moyenne des écarts entre L_{69} et L_{329}
	L_{329}	L_{69}		
0-2.5[km	1,86	3,00	1,61	0,71
[2.5-5[km	3,77	4,34	1,15	0,29
[5-10[km	7,29	7,35	1,01	0,17
[10-15[km	12,40	12,17	0,98	0,13
[15-20[km	17,20	16,36	0,95	0,11
20 km et plus	22,44	21,19	0,94	0,08
Ensemble	7,36	7,57	1,03	0,18

On peut noter cependant que les petits déplacements ont tendance à être surévalués lorsque le découpage est agrégé alors que les plus longs se trouvent au contraire sous estimés. Ceci est notamment très sensible sur les déplacements les plus courts, de moins de 2,5 km, pour lesquels la surestimation moyenne est de l'ordre de 61%, avec une très forte variabilité de $\pm 71\%$ par déplacement.

Les écarts entre les estimations ont quant à eux tendance à baisser avec la distance : ils sont de fait à peu près stables, avec une erreur moyenne de $\pm 1,3$ km par déplacement, ce qui conduit à une erreur relative beaucoup plus forte sur les petits que sur les longs déplacements.

1.3.3. Un impact global limité

Globalement, le fait de passer d'un découpage fin à un découpage agrégé ne devrait pas poser de problème majeur pour nos évaluations et comparaisons. Les résultats obtenus en prenant en compte tous les déplacements et les deux modes de calcul mobilisés, conduisent à une surestimation des distances de 5% lorsque l'on passe de 329 à 69 zones.

Les erreurs les plus fortes se font, nous l'avons vu, sur les petits déplacements. Les modes de proximité comme la marche à pied ou la bicyclette ne sont donc pas très bien représentés de ce point de vue. Cependant, les déplacements en mode motorisé, plus longs et pouvant avoir un impact sensible sur le calcul des indicateurs de mobilité durable restent cohérents entre eux lorsque la finesse du découpage change.

Ceci signifie que l'agrégation d'un découpage pour permettre des comparaisons temporelles sur une même agglomération ne conduira pas à deux séries de résultats incompatibles, l'une précise avec un découpage fin, l'autre plus aléatoire avec un découpage grossier. Une deuxième conclusion, encore plus importante, est que ce problème de taille des zones ne jouera pas de manière sensible si l'on veut comparer les résultats obtenus entre deux agglomérations différentes. Toutefois, dans ces deux cas, des précautions devront surtout être prises si, pour une raison ou une autre, des comparaisons plus précises devaient être faites sur des données impliquant essentiellement des petits déplacements.

1.4. Conclusion

La méthode de calcul de la longueur des déplacements que nous avons finalement retenue varie suivant le mode et suivant qu'ils soient inter ou intrazones :

- Pour les déplacements intrazonales, les longueurs sont systématiquement estimées en fonction de la surface de la zone impliquée : $L=1/2\sqrt{S}$. Une limite de 600 mètres est posée pour la marche à pied pour éviter d'avoir une distance moyenne aberrante dans les grandes zones.
- Pour les modes de proximité, dont nous avons vu que les méthodes basées sur les distances entre centroïdes étaient insuffisantes, nous avons conservé un calcul à partir du temps déclaré et une vitesse fixée a priori (3 km/h pour la marche à pied et 12 km/h pour la bicyclette). Même si une partie des limites évoquées pour cette méthode restent bien réelles, le problème des trajets terminaux, importants pour l'automobile en centre ville, ne se posent pas pour ces modes.
- Pour l'automobile et les deux roues motorisés, ce sont bien sûr les résultats du modèle d'affectation DAVIS qui ont été utilisés. Ce sont ceux qui reposent sur l'estimation la plus fine des itinéraires empruntés.
- Pour les transports collectifs, le réseau des lignes étant bien différent du réseau de voirie, nous avons préféré conserver une distance rectilinéaire établie avec un coefficient variable en fonction de la distance à vol d'oiseau entre l'origine et la destination.

Nous avons tenté d'utiliser toutes ces méthodes au mieux compte tenu des données à disposition et des contraintes propres à chaque mode. La comparaison des résultats permet cependant d'affirmer qu'à défaut d'un modèle d'affectation précis, notamment pour l'automobile, le recours à une distance rectilinéaire avec un coefficient variable selon la distance conduit à des résultats globaux similaires. De même la finesse du découpage ne joue qu'à la marge sur la distance totale estimée.

La comparaison des résultats obtenus sur les indicateurs sur deux périodes différentes ou entre deux agglomération différentes devrait donc être tout à fait possible – ce n'est en tout cas pas la méthode d'évaluation des distances qui devrait l'en empêcher. Si une réserve devait être apportée à cette affirmation, elle porterait sur des comparaisons entre petits déplacements de moins de 2-3 km, pour lesquels les évaluations restent peu précises. Pour les déplacements plus longs, il reste une certaine variabilité des estimations mais les écarts se compensent entre eux et on observe une bonne convergence lorsque les distances augmentent.

2. LES APPORTS D'UNE AFFECTATION FINE DES TRAFICS

La seconde variable qui peut affecter de manière importante les indicateurs de mobilité durable correspond à la durée des déplacements : elle joue directement sur l'estimation du budget-temps consacré quotidiennement par les individus pour se déplacer ; elle permet également d'estimer les vitesses des déplacements, ce qui peut avoir un impact non négligeable sur le calcul des émissions pour les déplacements automobiles.

Les enquêtes-ménages fournissent le temps déclaré par la personne enquêtée pour se rendre de son lieu d'origine à son lieu de destination. Nous avons pu voir dans la partie précédente que cette information comporte une double imprécision :

- d'une part elle est empreinte d'une forte subjectivité et dépend de la pénibilité du déplacement, des contraintes temporelles qui l'encadrent, des arrondis horaires qui peuvent être très importants sur les petits déplacements, de la personnalité de l'enquêté,...

- d'autre part elle correspond à un temps porte à porte ; lorsque le déplacement est effectué en mode motorisé, les trajets terminaux en marche à pied, qui constituent parfois une part importante du temps de parcours, se trouvent inclus dans ce temps déclaré. La vitesse déduite ne correspond ainsi pas à la vitesse moyenne du mode principal, alors que c'est elle qui sert au calcul d'émissions pour les déplacements en voiture particulière.

Pour avoir un ordre d'idée de ces imprécisions, nous avons utilisé les temps calculés par le modèle d'affectation DAVIS entre chaque origine-destination et suivant l'heure du déplacement. La comparaison entre ces deux durées n'a évidemment de sens que pour les déplacements automobiles. D'un point de vue général, elle nous permettra cependant de savoir si il existe véritablement une différence entre les temps ressentis et théoriques. Pour le cas particulier des déplacements automobiles, nous pourrions également disposer d'une estimation des différences induites par la méthode de calcul des émissions selon que l'on ne dispose que des données de l'enquête-ménages ou que l'on puisse les compléter par des informations fournies par un modèle de trafic. Et cette indication reste importante puisque le trafic VP est à l'origine d'une très forte part des émissions de polluants atmosphériques liées à la mobilité urbaine.

2.1. Une durée surestimée sur les petits déplacements, sous estimée sur les longs

Lorsque l'on compare les durées des déplacements automobile, on trouve une surestimation de l'ordre de 20% des temps déclarés par les enquêtés par rapport aux temps calculés par DAVIS (Tableau 18). Cette nette différence est cependant loin d'être uniforme sur tous les déplacements. Très fortement surestimée par les individus sur les petits trajets (de plus de 40% pour les parcours inférieurs à 5 km), la durée a tendance au contraire à être sous évaluée sur les grandes distances (-20% pour les déplacements de plus de 20 km).

Tableau 18 : Comparaison des durées déclarées et théoriques des déplacements selon leur longueur

<i>Classes de distances</i>	<i>Durée DAVIS (mn)</i>	<i>Durée EM (mn)</i>	<i>Ecart EM/DAVIS (%)</i>
<i>]0-2.5[km</i>	6,89	9,87	143,2 %
<i>]2.5-5[km</i>	10,13	14,21	140,2 %
<i>]5-10[km</i>	17,74	21,20	119,5 %
<i>]10-15[km</i>	26,54	26,89	101,3 %
<i>]15-20[km</i>	35,45	31,00	87,5 %
<i>20 km et plus</i>	45,83	36,81	80,3 %
<i>Ensemble</i>	<i>14,00</i>	<i>16,66</i>	<i>119,0 %</i>

Les deux facteurs déjà évoqués jouent à plein dans ce résultat.

Tout d'abord la part des trajets terminaux dans les petits déplacements peut être relativement importante, alors qu'elle n'est pas prise en compte dans DAVIS. Ceci conduit à une forte sous estimation du temps de déplacement avec le modèle d'affectation du trafic. Nous avons pu voir dans la partie précédente que ceci était encore plus perceptible dans les déplacements en centre-ville où les contraintes de stationnement augmentent encore la longueur des parcours terminaux en marche à pied.

Par ailleurs, il apparaît nettement que plus la longueur du déplacement augmente, plus la durée estimée par les enquêtés devient faible. Si l'on admet que les calculs de DAVIS sont globalement corrects, cela signifie que le temps ressenti est sous évalué avec la distance.

Mais on peut également s'interroger sur la fiabilité du modèle sur ce point. Son objectif étant d'aider à bien dimensionner les réseaux routiers d'agglomérations, il est en effet optimisé pour fournir de bons niveaux de trafic par tronçon. Les temps de parcours ne sont qu'une variable intermédiaire et d'autres paramètres sont également pris en compte pour établir les débits horaires sur le réseau (i.e. d'éventuelles imprécisions d'un côté peuvent être compensées par ailleurs). Le calcul des vitesses ne constitue donc pas une fin en soi pour DAVIS et les modèles d'affectation en général.

Ainsi, autant la forte surestimation des temps de parcours par les enquêtés pour leurs petits déplacements se comprend aisément du fait des temps de parcours terminaux qui peuvent être importants, autant il nous est difficile de faire la part des choses pour la sous-estimation constatée des longs trajets (baisse du poids relatif des parcours terminaux, temps ressenti moins fortement avec la distance et/ou le mode de transport, limites de calcul sous DAVIS).

En terme d'incertitude sur le calcul des budgets temps, deux éléments peuvent être retenus :

- la prise en compte de son temps de parcours global par l'enquêté est ici plus intéressante que la durée DAVIS qui ne repose que sur une partie du déplacement ;
- on peut par contre se demander si les budgets-temps ne risquent pas d'être en moyenne plus souvent surestimés pour les individus qui ne font que des petits déplacements et relativement sous estimés pour ceux qui parcourent de longues distances.

2.2. Un impact différencié sur les vitesses et les calculs d'émissions

L'autre répercussion de ces imprécisions se fait sur le calcul des émissions des automobiles, via l'estimation des vitesses (Tableau 19).

En effet l'utilisation des temps déclarés par les enquêtés conduit à une sous-estimation des vitesses de plus de 30% sur les petits déplacements (<5km), et à une surestimation de l'ordre de 20% sur les déplacements les plus longs, supérieurs à 20 km.

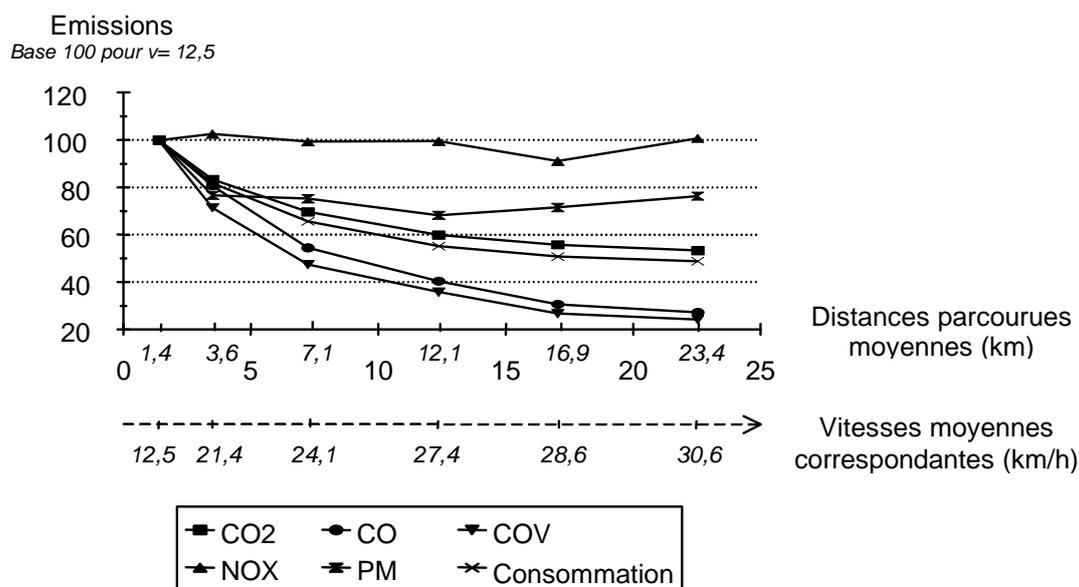
Tableau 19 : Comparaison des vitesses calculées à partir des temps déclarés et théoriques des déplacements

<i>Classes de distances</i>	<i>Vitesse DAVIS</i>	<i>Vitesse EM</i>	<i>Ecart EM/DAVIS</i>
<i>]0-2.5[km</i>	12,49	8,55	68,4 %
<i>]2.5-5[km</i>	21,40	14,76	69,0 %
<i>]5-10[km</i>	24,14	20,47	84,8 %
<i>]10-15[km</i>	27,45	27,62	100,6 %
<i>]15-20[km</i>	28,64	32,98	115,2 %
<i>20 km et plus</i>	30,63	36,75	120,0 %
<i>Ensemble</i>	23,00	19,32	84,0 %

Ceci a bien évidemment une répercussion sur l'estimation des émissions, qui sont calculées directement à partir des vitesses.

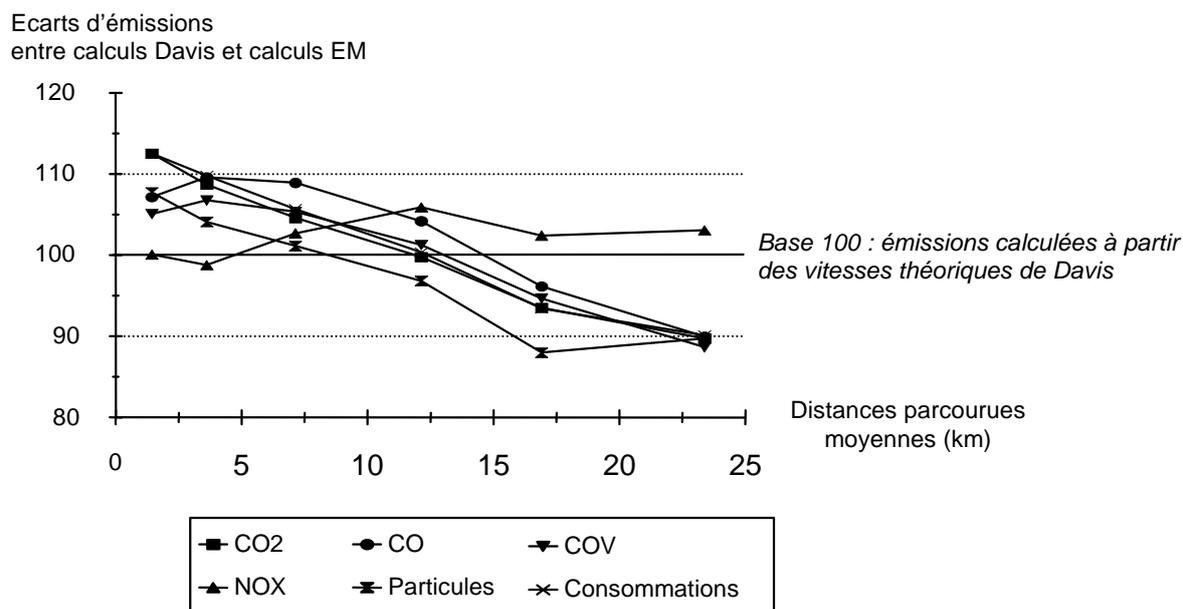
Le Graphique 8 ci-dessous indique en effet comment évoluent les émissions unitaires d'une voiture moyenne de l'agglomération lyonnaise en fonction des 6 classes de distances des déplacements et des vitesses correspondantes :

Graphique 8 : Evolution des émissions unitaires moyennes en fonction de la distance parcourue



L'impact global sur les émissions reste limité car les effets se compensent entre les courtes et les longues distances. Par contre, hormis pour le NOx qui est moins sensible que les autres polluants aux vitesses urbaines, l'utilisation des temps déclarés conduit, par rapport à Davis, à une surestimation des émissions pour les petits déplacements et à une sous-estimation pour les longs. Les écarts sont cependant atténués par rapport aux différences entre les durées et entre les vitesses, et restent globalement situés dans une fourchette de $\pm 10\%$.

Graphique 9 : Comparaisons des émissions globales des automobiles calculées à partir des vitesses DAVIS et des vitesses déduites des temps déclarés (base 100 DAVIS)



Ecarts moyens des émissions, vitesse DAVIS/temps déclarés

	CO2	CO	COV	NOX	Particules	Consommations
	103,4	106,4	103,6	102,5	99,0	104,2

On peut enfin remarquer que ces variations sont du même ordre pour l'essence que pour le diesel. Elles semblent plus sensibles pour ce dernier pour les émissions d'hydrocarbures et de monoxydes de carbone, mais ce sont des polluants qu'il émet très peu. Les variations de composition du parc suivant la distance, qui sont réelles¹⁹, ou éventuellement suivant l'agglomération, n'auront pas d'impact à ce niveau.

Tableau 20: Variations des émissions estimées selon le type de carburant suivant que le vitesse soit calculée par Davis ou à partir des temps déclarés

Voitures essence						Voitures diesel						
Distance	CO2	CO	COV	NOX	Conso	Distance	CO2	CO	COV	NOX	Part.	Conso
0-5	112,3	108,7	105,9	98,5	112,7	0-5	103,2	111,1	116,1	102,6	105,3	103,5
5-15	103,1	106,3	103,1	105,9	104,1	5-15	99,1	99,6	100,4	100,2	98,6	98,9
>15	91,9	93,0	91,7	106,9	92,6	>15	90,8	84,8	84,4	91,0	89,0	90,1
Moyenne	105,7	106,5	103,6	103,3	106,6	Moyenne	98,7	100,4	102,8	99,0	99,0	98,6

¹⁹ La répartition essence/diesel au sein du trafic générés par les résidents de l'agglomération lyonnaise est la suivante, en fonction de la longueur des déplacements (km) :

	%diesel	%essence
[0 ; 5[25,0	75,0
[5 ; 15[31,4	68,6
>15	42,9	57,1
moyenne	31,8	68,2

2.3. Conclusion

La manière de prendre en compte les temps de parcours peut donc affecter les indicateurs. Ceci introduit alors un biais pour les comparaisons entre deux périodes ou entre agglomérations si les méthodologies diffèrent mais aussi dans le cas où les structures des déplacements sont très différenciées, notamment en terme de distances parcourues.

En matière d'estimation des budgets-temps quotidiens, le temps fourni par les personnes enquêtées apparaît plus approprié qu'un temps théorique recalculé par un modèle d'affectation. D'une part ce dernier ne concerne que les déplacements automobile et d'autre part il ne prend pas en compte les trajets terminaux qui peuvent représenter un poids important dans les petits déplacements.

En ce qui concerne l'estimation des émissions, le temps théorique d'un modèle d'affectation apparaît par contre plus indiqué pour les déplacements en voiture puisque, malgré ses limites, il permet d'avoir une estimation plus exacte de la vitesse moyenne du véhicule. Si l'on ne dispose pas d'un tel outil de calcul, on peut souligner que l'usage des temps déclarés ne déforme que très peu les résultats à un niveau agrégé (dans le cas lyonnais, l'écart maximal suivant le type de temps utilisé correspond à une surestimation des émissions automobile de l'ordre de 6% pour le CO avec le temps déclaré par rapport à un temps recalculé par Davis). On pourra cependant faire attention aux risques de sur ou sous estimation des émissions dans le cas des groupes de personnes réalisant des déplacements en voiture plutôt courts ou plutôt longs par rapport à la moyenne, même si ce risque apparaît limité, encadré dans une fourchette de $\pm 10\%$.

3. CONCLUSION

Il était important d'évaluer l'impact de la méthode d'estimation des temps de parcours et des longueurs des déplacements sur les valeurs d'indicateurs de base comme les niveaux d'émissions, la vitesse elle-même et les budgets temps des personnes. En effet les données à disposition ne sont pas forcément les mêmes d'une agglomération à l'autre, ni même, pour une agglomération donnée, d'une période à l'autre. Dans un souci de comparabilité des résultats, il fallait donc savoir s'il valait mieux se caler sur un plus petit dénominateur commun ou s'il était possible d'aller au plus fin lorsque l'occasion se présentait, tout en maîtrisant les écarts introduits par rapport à des données plus frustrées.

A l'analyse, il s'avère que même s'il peut y avoir des différences importantes sur un même déplacement suivant les méthodes utilisées, les résultats obtenus à un niveau agrégé restent stables :

- En ce qui concerne l'estimation des distances, l'utilisation d'une distance vol d'oiseau corrigée d'un facteur moyen de 1,3, variant avec la longueur²⁰, on obtient des résultats très proches d'une estimation par modèle d'affectation.
- La finesse du découpage retenu pour localiser géographiquement les données de l'enquête ménage peut avoir un impact sur les déplacements les plus courts. Par contre, globalement, cela n'affecte que très peu les distances calculées et les coûts ou les niveaux d'émissions qui s'ensuivent.

²⁰ Pour rappel : $dr = dvo * (1,1 + 0,3 * e^{(-dvo/20)})$

- L'estimation des temps de parcours joue d'une part sur les budgets-temps et d'autre part sur les vitesses et les émissions des véhicules à moteur. Compte tenu de la prise en compte des trajets terminaux, le budget temps sera toujours mieux apprécié à travers les temps déclarés par les enquêtés. Pour ce qui est des vitesses et émissions, on peut envisager d'utiliser des résultats de modèles d'affectation du trafic, même si ce n'est sans doute pas sur ce point qu'ils sont les plus performants. Les écarts restent par ailleurs limités, que l'on privilégie l'une ou l'autre méthode.

CHAPITRE 3 : LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

INTRODUCTION

Depuis les deux crises du pétrole des années 70 et la prise de conscience des enjeux énergétiques liés à la mobilité des biens et des personnes, le fossé entre transports et environnement est allé semble-t-il en s'accroissant : montée des préoccupations face à la pollution atmosphérique, nuisances sonores, présence physique plus sensible avec la diffusion de la mobilité automobile et le déploiement des infrastructures routières.

Parallèlement ce domaine de recherche a largement été investi, tant pour rendre compte des niveaux d'émissions, des dommages physiques et de leurs traductions économiques que sur les mesures à mettre en œuvre pour limiter ces impacts (technologiques, réglementaires, économiques, etc.). Une partie des indicateurs à utiliser dans le domaine environnemental ne sont dès lors sans doute pas à construire *ex nihilo*, mais beaucoup plus à choisir de manière cohérente et pertinente au regard des enjeux affichés.

Une première partie est consacrée à l'exposé des principaux enjeux environnementaux liés aux transports. Nous présentons ensuite les indicateurs qui ont été retenus et la manière dont ils ont été construits et calculés sur le cas de l'agglomération lyonnaise. Deux champs ont été privilégiés : polluants atmosphériques et consommation d'énergie d'une part, occupation de l'espace d'autre part. A chaque fois une synthèse remet en perspective les résultats obtenus.

1. QUELS ENJEUX ?

L'environnement constitue un champ complexe où des évolutions contradictoires peuvent être constatées, soulignant la nécessité de distinguer les principaux enjeux qu'il recouvre. Tout d'abord une approche en terme de développement durable passe nécessairement par un rappel des enjeux au niveau mondial, qui pèsent de manière certaine sur notre mobilité quotidienne, et joueront à l'évidence un rôle de plus en plus important à l'avenir. Cependant, compte tenu de notre point de vue focalisé sur l'urbain, la dimension locale, plus centrée sur un cadre de vie immédiatement perceptible, ne peut être négligée : nous proposons ici de la prendre en compte d'une part au niveau de la pollution atmosphérique et d'autre part à travers le thème de l'occupation de l'espace.

Ces trois types d'enjeux ont donc été privilégiés et sont développés ci-dessous. Cette première partie s'attache d'abord à les définir de manière claire avant, dans un second temps, de proposer des indicateurs permettant de les éclairer.

1.1. Les enjeux globaux : effet de serre et consommation d'énergie

Ils se retrouvent tout d'abord à travers la question de *l'effet de serre* et du changement climatique. La réalité des risques encourus se précise de plus en plus et leur prise en compte au niveau international va avoir des effets contraignants sur nos activités, même si les engagements pris en 1997 à Kyoto se trouvent aujourd'hui remis en cause par les Etats Unis. Dans ce cadre, la France, qui avait choisi un mode de développement énergétique basé sur le nucléaire, n'apparaît pas comme la plus mal lotie. Par exemple le taux d'émissions de CO₂ par habitant et par an était en 1994 de 6,0 kt pour 9,9 kt en moyenne dans les pays de l'OCDE²¹. Cependant son engagement d'une stabilisation de ses émissions de CO₂ d'ici 2012 (contre un accord global de -5,2% en tout entre les différents pays engagés) va se porter plus qu'ailleurs sur les transports qui représentaient, en France en 1994, 28% des émissions de CO₂ liées aux activités humaines²² mais, surtout, 38,8% de celles liées à la combustion d'énergie fossile contre 29,1% en moyenne au sein de l'OCDE²³.

Un second enjeu concerne la consommation de *ressources énergétiques* avec notamment les questions géostratégiques qui peuvent être posées à terme à travers la forte croissance attendue de la demande pétrolière du fait de l'évolution des besoins des PED d'un côté et la tendance à la concentration des ressources de l'autre. Ainsi, « les risques géostratégiques peuvent devenir majeurs dès 2020-2030 si les rythmes d'extraction augmentent, alors qu'ils sont repoussés vers la deuxième moitié du vingt-et-unième siècle si les prélèvements sont stabilisés ou diminuent »²⁴. Mais là encore, comme pour la gestion des émissions de gaz à effet de serre, les évolutions à venir ne se maîtrisent pas à un niveau national, alors qu'elles pourront avoir des répercussions sensibles sur notre mobilité quotidienne – nous avons pu avoir un aperçu ponctuel de notre sensibilité à ce sujet avec les très vives réactions des automobilistes et des chauffeurs routiers lors des augmentations des prix à la pompe en septembre 2000, suite à la hausse du cours du dollars et aux restrictions de production des pays de l'OPEP.

1.2. Les enjeux locaux : bruit et pollution atmosphérique

Au niveau local les problèmes de *pollution atmosphérique* sont fortement ressentis par les habitants des grandes agglomérations. Comme le montrent les graphiques ci-dessous, les transports y jouent un rôle important, même si le renforcement progressif des normes européennes et les progrès technologiques ont permis une sensible amélioration.

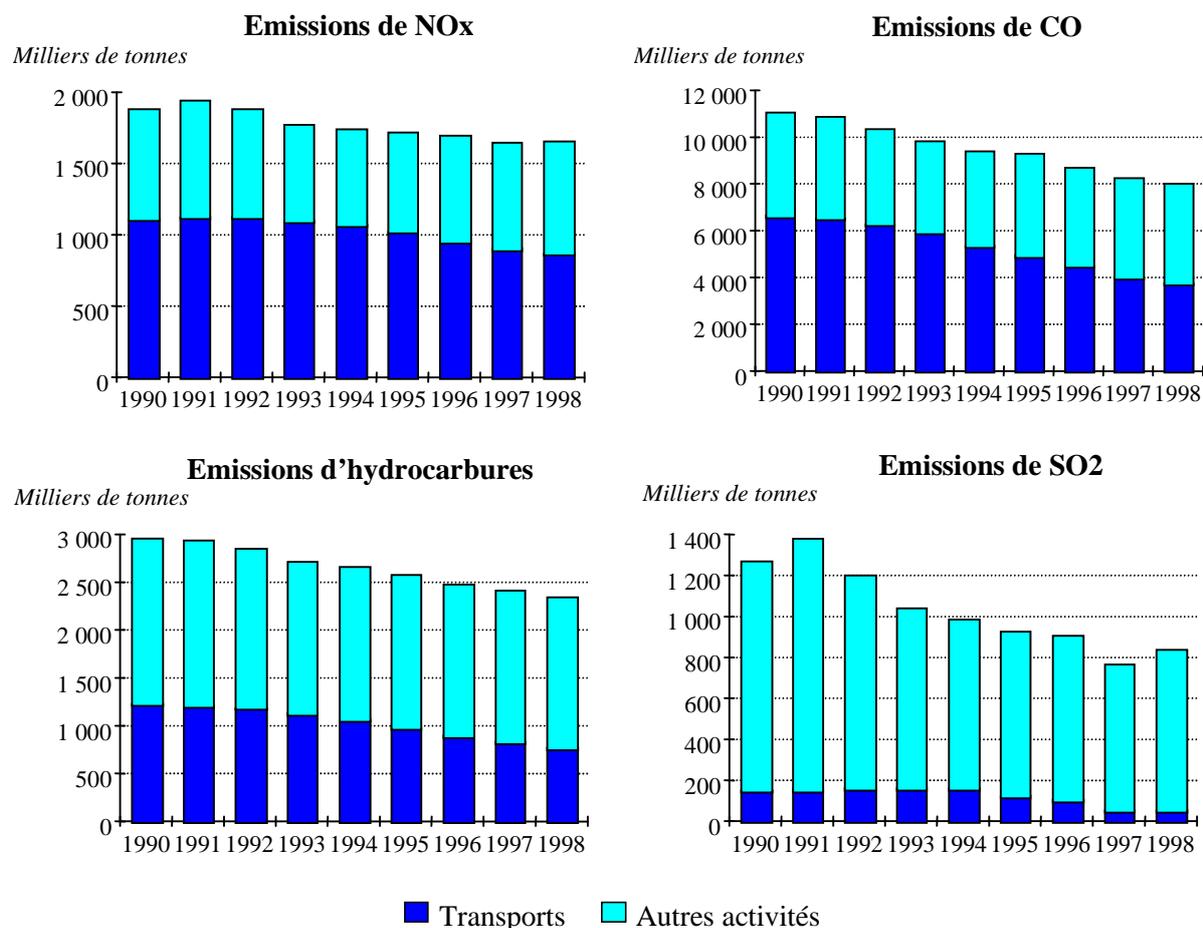
²¹ Cf. p. 27 de CEMT (1997), *Emissions de CO₂ et transports*. Paris, Les Editions de l'OCDE. 230 p.

²² CITEPA (1999), *Emissions de l'air en France, substances impliquées dans le phénomène d'accroissement de l'effet de serre*. Version du 15 décembre 1999. http://www.citepa.org/emissions/nationale/Ges/Emissions_FRmt_GES.pdf.

²³ CEMT (1997), *Op. Cit.*

²⁴ Cf. p. 26 de Commissariat Général du Plan (groupe présidé par Benjamin DESSUS), (1997), *Energie 2010-2020 – rapport final de l'atelier les défis du long terme*. Paris, CGP. 314 p.

Graphique 10 : Evolutions de divers polluants atmosphériques liés aux transports en France entre 1990 et 1998



A partir des Comptes Transports de la Nation (1999)²⁵

Ces améliorations, sensibles, vont se poursuivre dans les années qui viennent avec le renforcement régulier depuis 10 ans des normes européennes sur les véhicules neufs. Les travaux menés dans le cadre du programme Auto-Oil II montrent par exemple que les émissions du trafic routier en Europe devraient systématiquement se retrouver en 2010 à moins de 40% de leur niveau de 1995 et à moins de 20% en 2020 – sauf pour le cas du CO₂ qui progresserait de 10 à 15% (cf. graphique 11).

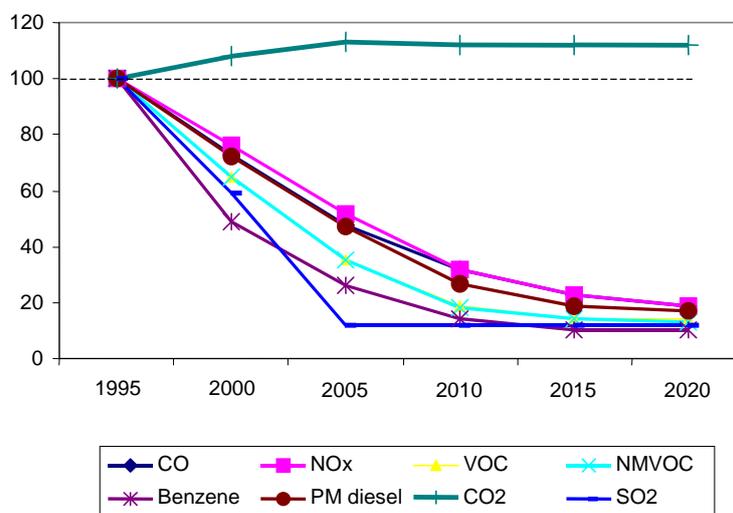
Cependant même si ces progrès technologiques ont des effets positifs importants, les enjeux politiques à long terme ne diminueront pas forcément dans les mêmes proportions. En effet, la sensibilité des populations vis-à-vis des problèmes de pollution atmosphérique va croissant : entre début 94 (date de la première enquête de suivi menée par l'Institut Français de l'Environnement -IFEN- sur ce thème) et début 98, la proportion de Français déclarant la réduction de la pollution de l'air et de l'atmosphère comme action prioritaire en matière d'environnement est passée de 30,1 à 43,7%, avec une progression régulière chaque année²⁶. Dans la prise en compte monétaire des coûts externes générés par les transports, cette montée

²⁵ INSEE, « Les transports en 1998 – 36^{ème} rapport de la commission des comptes des transports de la Nation », *Synthèses* n°32, novembre 1999.

²⁶ Cf. pp. 14-15, IFEN (1999), *L'opinion publique sur l'environnement et l'aménagement du territoire en 1998*, collection Etudes et Travaux n°22.

des inquiétudes vis-à-vis de l'environnement et du cadre de vie vient en partie contrebalancer les effets des améliorations technologiques²⁷.

Graphique 11 : évolution des émissions des transports routiers en Europe, de 1995 à 2020



Source : Auto Oil II

http://europa.eu.int/comm/environment/autooil/auto-oil_en.pdf

Autre problème ayant un fort impact sur la qualité de vie des riverains, les **nuisances sonores**, par contre, risquent d'aller en s'amplifiant avec la croissance des trafics.

Le renforcement des normes d'émissions sonores ont permis des progrès sensibles (-8 dB pour les véhicules légers, -11 dB pour les poids lourds) dans des conditions de test normalisées. Par contre en conditions réelles de circulation, la baisse ne serait que de 1,5 dB. La réponse par les normes aurait donc été nettement moins efficace dans le cas du bruit que pour la pollution atmosphérique. Les plaintes enregistrées pour causes de nuisances sonores ne concernaient le bruit occasionné par les transports que pour quelques pour cents au début des années 80. Cette part s'élevait à 52% en 1999 : la sensibilité de la population vis-à-vis de cette question risque donc de la faire passer au premier plan dans les années qui viennent. Ce d'autant plus que les politiques de protection en la matière, si elles devraient parvenir à résorber le nombre de points noirs (lieux où l'exposition en façade des riverains est supérieure à 70 dB), seront insuffisantes pour enrayer la progression actuelle des zones grises (60-70 dB)²⁸.

²⁷ Cette prise en compte est intégrée dans l'évaluation des projets d'infrastructures de transports depuis la « circulaire Idrac » - Secrétariat d'Etat aux Transports (1995), *Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport*, jointe à la circulaire du 3 octobre 1995 du secrétaire d'Etat aux transports. 28 p. Ainsi, dans un exercice d'évaluation des évolutions de ces coûts externes, Jean-Pierre Orfeuill montre que les coûts liés aux émissions atmosphériques des transports routiers pourraient même légèrement augmenter entre 1991 et 2010 malgré les progrès attendus. L'exercice prospectif réalisé par l'auteur n'est certainement pas à prendre comme la prévision de ce qui va arriver ; par contre il traduit bien l'idée qu'entre l'estimation physique des émissions et la manière dont elle sont perçues, les évolutions peuvent être divergentes et conduire à des résultats contre-intuitifs. Jean-Pierre ORFEUIL (1997), *Les coûts externes de la circulation routière – essai d'évaluation et étude de stratégies de minimisation*. Arcueil, rapport INRETS n°216. 103 p.

²⁸ Voir Kaïl Michel, Lambert Jacques, Quinet Emile, 1999, *Evaluer les effets des transports sur l'environnement, le cas des nuisances sonores*. Rapport du CADAS n°16. La baisse de 1,5 dB des émissions sonores des véhicules en condition réelle de circulation fait référence à un travail de Sandberg U., 1993, « Noise emissions of Road Vehicles – effects of regulations ». *Proceedings of Inter-Noise 93*, Vol. 1, Leuven, Belgium, 24-26 august.

1.3. Les enjeux en terme d'occupation de l'espace

Le troisième enjeu fort concernant l'impact des transports sur l'environnement et le cadre de vie concerne l'occupation de l'espace. Un questionnement large repose sur l'espace global que nous occupons, la manière dont nous nous en servons et dont les transports nous permettent de nous l'approprier : se retrouve ici toute la question de la tendance à l'étalement urbain et du choix de ville et de mode de vie que, collectivement, nous faisons. La réflexion peut se décliner sur plusieurs modes :

- se pose tout d'abord la question de l'impact des infrastructures sur l'espace environnant : effets de coupures, effets sur l'affectation des espaces publics, effets sur les paysages²⁹...
- on peut également s'interroger sur le lien entre type d'urbanisme et niveaux moyens d'émissions et de consommation d'énergie par personne, comme l'avaient initié Newman et Kenworthy (1988) en comparant plus de 30 agglomérations aux densités différentes à travers le monde³⁰ ou l'équipe DEST de l'INRETS en comparant consommation et émissions des personnes sur une même agglomération mais en distinguant la densité de leur lieu de résidence – différentes entre le centre et les espaces périurbains³¹.
- Cette réflexion renvoie également aux débats sur la place que prennent les différents modes de transport dans notre vie quotidienne : c'est toute la question de la « dépendance automobile » que pose aujourd'hui Gabriel Dupuy, à la suite d'auteurs anglo-saxons comme Hall ou Newman – question qui trouve sa source dans les travaux de Illytch ou Jean-Pierre Dupuis dans les années 70³².

1.4. Pour quels indicateurs ?

Pour les deux premières catégories de nuisances environnementales, des indicateurs existent déjà, qui peuvent être mis en oeuvre facilement : ce sont ceux issus de la méthodologie de calcul des Budgets Energie Emissions des Déplacements (BEED) élaborés par l'INRETS (voir la synthèse de Gallez & Hivert, 1998). Sur cette base de travail, les enjeux globaux peuvent être couverts par deux indicateurs avec l'estimation de la consommation d'énergie d'une part, et le calcul du niveau d'émission de gaz carbonique (CO₂) d'autre part. Au niveau local, les BEED fournissent une méthodologie de calcul des principaux polluants atmosphériques liés aux transports (émissions de monoxyde de carbone (CO), émissions d'hydrocarbures (HC), émissions d'oxydes d'azote (NO_x), et émissions de particules).

²⁹ Nous reprenons ici une partie du titre d'une bonne synthèse économique de la question réalisée par Héran Frédéric, Perriollat Sylvain, Paques Antoine (1999), *Recherche documentaire sur la monétarisation de certains effets externes des transports en milieu urbain : effets de coupure, effets sur l'affectation des espaces publics, effets sur le paysage*. Rapport IFRESI pour le compte du Prédit (groupe thématique "recherches stratégiques"). 98 p.

³⁰ Voir Newman Peter et Kenworthy Jeffrey, (1988), « The transport energy trade-off : fuel-efficient traffic versus fuel-efficient cities », *Transportation Research*, Vol. 22 A, n°3. pp. 163-174.

³¹ Voir par exemple l'étude des Budgets Energie Emissions des Déplacements sur l'agglomération de Grenoble. Hivert Laurent (1996), *Budgets Energie Pollution – Bilan de la mobilité des ménages dans l'agglomération grenobloise*. Rapport ADEME/INRETS. Ce type de raisonnement avait été initié dans les années 80 par Jean-Pierre Orfeuill à propos des questions de consommation d'énergie. Voir par exemple Orfeuill Jean-Pierre, (1984), « Les budgets énergie-transport : un concept, une pratique, des résultats ». *Revue RTS* n°2. pp 23-29.

³² Voir Dupuy Gabriel (1999), *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Paris, Economica, coll. Villes. 160 p.

Le champ “pollution atmosphérique” apparaît donc bien couvert. Par contre nous ne proposerons pas dans ce travail d’indicateur pour couvrir l’aspect “nuisances sonores”. Sa prise en compte nécessite une approche spatialisée fine, avec affectation du trafic automobile, que nous n’avons pas les moyens de mettre en œuvre dans ce travail. Cette lacune nous apparaît dommageable et méritera sans doute d’être comblée dans des applications ultérieures.

Enfin, les indicateurs destinés à rendre compte de l’occupation de l’espace induite par le système de transport urbain ont été distingués en deux niveaux, avec tout d’abord l’occupation de l’espace par les infrastructures elles-mêmes et ensuite la consommation d’espace par les différents modes de transports. Comme dans le cas des polluants atmosphériques, ces indicateurs sont calculés pour le centre, la 1^{ère} et la 2^{ème} couronne de l’agglomération.

2. LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES LIEES A LA MOBILITE DES LYONNAIS EN 1995

La méthodologie de calcul utilisée pour estimer les émissions liées à chacun des déplacements de l’enquête ménage est relativement complexe du fait du nombre important de paramètres pris en compte. En plus du travail général de présentation de calcul des budgets énergie environnement de l’INRETS³³, il était donc important de disposer d’une note méthodologique concernant les calculs effectués sur Lyon, qui puisse servir de référence pour permettre de vérifier certaines hypothèses ou de les comparer avec d’autres travaux.

Ainsi ce document présente de manière détaillée les hypothèses utilisées pour calculer les émissions de chaque déplacement, en fonction notamment du mode utilisé. La plupart des éléments qui ont servi de base aux calculs ont été repris des résultats du programme MEET³⁴, mais d’autres sources ont été requises, pour les transports collectifs et, dans le cas des automobiles, pour mettre en cohérence les informations de l’enquête ménage et celles nécessaires pour estimer les émissions.

Nous fournissons tout d’abord les éléments de calcul des émissions des deux-roues (§1), de celles des TC (§2) puis de celles des automobiles (§3).

2.1. Le calcul des émissions des deux-roues motorisés

Les courbes d’émissions ont été reprises de MEET³⁵. Pour chaque polluant, une distinction est faite entre motocyclettes de plus et moins de 50 cm³ et, pour les plus de 50 cm³, entre celles qui ont un moteur 2 temps et les 4 temps de moins de 250 cm³, de 250 à 750 cm³ et plus de 750 cm³.

L’enquête ménage de Lyon 1995, ne permet pas de retrouver cette finesse de description des profils de motocyclettes. Tout au plus peut-on distinguer entre plus et moins de 50 cm³.

³³ GALLEZ Caroline, HIVERT Laurent, (1998), *BEED : mode d’emploi. Synthèse méthodologique pour les études “ budget énergie environnement des déplacements*. Rapport de convention ADEME-INRETS n°690-9306-RB. 85 p.

³⁴ MEET Project (1999), *Methodology for calculating transport emissions and energy consumption*, Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 362 p.

³⁵ MEET, *Op. Cit.*, p. 74

Concernant les émissions des motobicyclettes, nous avons repris les chiffres fournis par MEET (g/km) :

Tableau 21 : les émissions unitaires des motobicyclettes de moins de 50 cm³

CO	15,0
CO ₂	27,3
COV	9,00
NO _x	0,03

Concernant les plus de 50 cm³, nous avons repris la structure du parc français fourni par (MEET, 99, p. 134) pour réagréger les courbes d'émissions. En 1995, il y avait 76 090 2 temps de plus de 50 cm³ et 750 977 4 temps, soit respectivement 9 et 91%. N'ayant pas de chiffre sur la répartition des 4 temps entre <250, 250-750 et >750 cm³, nous avons retenu une équirépartition de 1/3, 1/3, 1/3. Une seconde répartition de 45, 33 et 22% a également été testée. Entre ces deux hypothèses, les émissions unitaires varient systématiquement de moins de 5%. Nous avons donc conservé la première hypothèse, sachant de plus que ce choix n'a aucun impact sur les résultats globaux d'évaluation puisque les deux roues moteur représentent moins de 1% de la distance totale parcourue (distance rectilinéaire sur D357) par les résidents de l'agglomération lyonnaise lors de leurs déplacements motorisés réalisés à l'intérieur du périmètre d'enquête³⁶. Les fonctions d'émissions retenues sont fournies en annexes.

2.2. Le calcul des émissions des transports collectifs

Trois types de transports collectifs ont été distingués :

- les transports collectifs urbains ;
- les autocars interurbains ;
- le fer.

2.2.1. Les émissions du fer

Nous avons estimé que le fer ne rejetait pas d'émissions polluantes dans l'atmosphère.

Cette hypothèse est sans doute un peu optimiste puisqu'au niveau national, sur une consommation d'énergie équivalent à 1,67 millions de TEP en 1995, 15,6% n'étaient pas liés à la traction électrique³⁷. Cependant le fer ne représentant que 0,55% des déplacements mécanisés et 2,8% des déplacements TC des résidents réalisés à l'intérieur de l'agglomération (distances rectilinéaires sur D357), nous avons donc estimé que cette approximation n'avait pas de conséquence sur les résultats.

³⁶ 0,98%, dont 0,42% pour les motobicyclettes de moins de 50 cm³ et 0,56% pour celles de plus de 50 cm³.

³⁷ Cf. p. 114 de DAEI/SES-Insee, « Les transports en 1995 », 33^{ème} rapport de la Commission des Comptes Transports de la Nation, Insee Résultats n°484, 1996. 181 p.

2.2.2. Les émissions des autocars interurbains

Les déplacements en autocar représentent 2,3% de la distance totale parcourue en modes motorisés (11,5% par rapport aux TC) par les résidents de l'agglomération à l'intérieur du périmètre d'enquête.

D'après MEET³⁸ un autocar interurbain émet les quantités suivantes de polluants, en g/km, en fonction de sa vitesse :

Tableau 22 : Courbes d'émissions des autocars

CO	$0,93 - 4 \cdot 10^{-5} \cdot v^2 + 99,2/v$
CO2	$523 - 0,0487 \cdot v^2 + 0,000527 \cdot v^3 + 12501/v$
COV	$0,632 - 0,00402 \cdot v + 59,3/v + 254/v^3$
NOx	$6,12 - 0,000651 \cdot v^2 + 7,23 \cdot 10^{-6} \cdot v^3 + 181/v$
PM	$0,193 + 15,6/v + 29,6/v^3$

Pour une vitesse moyenne de 17,05 km/h (ce qui correspond à la vitesse sur le réseau de surface de l'agglomération lyonnaise) et un taux de remplissage moyen de 13 passagers par car, on calcule dès lors les émissions unitaires des autocars en grammes par personne et par kilomètre (Tableau 23).

Tableau 23 : Les émissions unitaires des autocars (g/voy.km)

CO	0,52
CO2	95,74
COV	0,31
NOx	1,28
PM	0,09

Enfin la formule de MEET³⁹ permet de retrouver, à partir de ces données d'émissions, une consommation unitaire de 31,14 grammes de carburant par passager kilomètre (Cf. infra pour le détail de la formule).

2.2.3. Les émissions des transports collectifs urbains

L'enjeu d'une mesure correcte des émissions des transports collectifs urbains est plus fort que dans les deux cas précédents puisqu'ils représentent, sur l'agglomération lyonnaise, 85,7% des kilométrages parcourus en TC et 17,0% de ceux parcourus en modes mécanisés, pour les déplacements réalisés à l'intérieur de l'agglomération par les résidents (distances rectilinéaires sur D357).

Les véhicules utilisés pour faire fonctionner un réseau de transport collectif renvoient à des technologies extrêmement différentes, avec des caractéristiques d'émissions et de consommation spécifiques. L'enquête-ménage de Lyon ne permet pas de distinguer précisément, à l'intérieur de chaque déplacement TC, la part relevant de tel ou tel type de véhicule et de technologie. Pour dépasser ce problème, nous avons choisi d'utiliser des données d'émissions moyennes par passager kilomètre à partir des chiffres annuels globaux dont on dispose pour le réseau, quelles que soient les caractéristiques réelles de chaque déplacement.

³⁸ MEET, *Op. Cit.*, p. 72

³⁹ MEET, *Op. Cit.*, p. 30

Tout d'abord, côté trafic des véhicules du réseau, le métro a représenté 12 411 051 véhicules kilomètre pour l'année 1995. Sur le réseau de surface, 36 942 370 véhicules kilomètres ont été roulés, dont 80% en bus urbain classique, 10% en trolleybus, 8% en articulés et 2% en minibus.

Du point de vue des émissions, nous avons considéré que le métro et le trolleybus n'émettent rien et que les autres véhicules du réseau de surface ont des caractéristiques équivalentes à celles fournies par MEET⁴⁰ en g/veh.km.

Tableau 24 : Courbes d'émissions des transports collectifs urbains

<i>CO</i>	$1,64 + 132/v$
<i>CO2</i>	$679 - 0,00268*v^3 + 9635/v$
<i>COV</i>	$0,0778 + 41,2/v + 184/v^3$
<i>NOx</i>	$16,3 - 0,173*v + 111/v$
<i>PM</i>	$0,0694 + 3,66*10^{-4}*v^2 - 8,71*10^{-6}*v^3 + 13,9/v$

Les émissions annuelles totales peuvent être calculées, sachant que sur le réseau lyonnais, 34 088 691 véhicules kilomètres ont été parcourus (total du kilométrage du réseau de surface moins les 10% de trolleybus), avec une vitesse moyenne de 17,05 km/h en 1995 (chiffres « 101 réseaux »).

De plus, à Lyon en 1995, les calculs établis à partir de l'enquête ménages permettent d'estimer que 695 762 619 passagers kilomètres ont été parcourus sur l'ensemble du réseau de transports collectifs, dont 455 218 335 (soit 65%) en surface. Les émissions moyennes pour un voyageur kilomètre peuvent dès lors être déduites.

Tableau 25 : Les émissions unitaires des transports collectifs urbains (g/voy.km)

<i>CO</i>	0,45
<i>CO2</i>	58,9
<i>COV</i>	0,12
<i>NOx</i>	0,95
<i>PM</i>	0,05
<i>Consommation</i>	19,1

2.3. Le calcul des émissions des automobiles

Les émissions automobiles fournies par MEET⁴¹ sont très détaillées suivant l'âge, la cylindrée et le type de carburant utilisé par le véhicule considéré. Elles sont données en fonction de sa vitesse moyenne. Des formules sont également fournies pour estimer la surconsommation lors des départs moteur froid.

Les enquêtes-ménages ne donnent pas d'indications sur la cylindrée des véhicules. Un premier travail a donc consisté à établir une cylindrée en fonction des caractéristiques précisées dans l'enquête (puissance fiscale, âge et carburant), à partir de la structure du parc connue au niveau national (§ 3.1.). Nous présenterons ensuite les courbes d'émissions utilisées (§ 3.2.), avant de montrer comment les précisions sur les émissions à froid ont pu être exploitées (§ 3.3.).

⁴⁰ MEET, *Op. Cit.*, p. 72

⁴¹ MEET, *Op. Cit.*, pp. 65-68

2.3.1. Retrouver les cylindrées des véhicules

Pour essayer de retrouver au mieux la cylindrée des véhicules, nous avons repris la logique initiée dans les travaux précédents sur les Budgets Energie Emissions des Déplacements⁴². Elle consiste à reprendre la structure du parc en croisant d'une part la cylindrée des véhicules (<1400 cm³, 1400-2000 cm³, 2000 cm³ et plus) et d'autre part leur description fine en terme de carburant utilisé (essence, diesel), d'âge (<1980, 80-84, 85 et plus) et de puissance fiscale⁴³. Les répartitions de cylindrées ainsi obtenues sont ensuite traduites en terme de probabilité et, pour chaque automobile de l'enquête ménage dont on connaît le carburant, l'âge et la puissance fiscale on établit une cylindrée à partir d'une fonction aléatoire. Lorsque dans l'enquête l'une de ces trois indications n'avait pas été fournie, les données initiales ont simplement été réagrégées de manière à retrouver la structure du parc hors caractéristique manquante.

2.3.2. Consommation et fonctions d'émissions par type d'automobile

Les fonctions d'émissions utilisées sont directement reprises de MEET. Elles fournissent les émissions unitaire (en g/véh.km) suivant l'âge, la cylindrée et la vitesse des véhicules. La présentation de ces fonctions a été renvoyée en annexe.

Les consommations sont déduites des émissions obtenues à partir de la formule suivante⁴⁴ :

$$[Carb] = (12 * r) * ([CO2]/44 + [CO]/28 + [HC]/(12+r) + [Part.]/12)$$

[Carb] correspond à la masse de carburant consommé ;

[CO₂], [CO], [HC], [Part.] correspondent aux masses de polluants émis ;

r correspond au rapport entre hydrogène et carbone dans le carburant et les émissions d'hydrocarbures. Il est estimé à 1,8 dans le cas de l'essence et 2,0 dans celui du gazole.

2.3.3. Les surémissions liées aux départs à froid

Prendre en compte les surémissions à froid des véhicules a nécessité un double jeu d'hypothèses :

- un premier pour établir la température du véhicule au moment de son démarrage, à partir notamment de la période écoulée depuis son dernier déplacement et de la température ambiante moyenne suivant l'heure de la journée ;
- un second pour en déduire les surémissions elles-mêmes, calculées à partir de la méthode proposée par MEET.

a) La température du véhicule au démarrage

Tout d'abord, un fichier de déplacement des véhicules a été reconstitué, permettant de mesurer, véhicule par véhicule, le temps écoulé entre la fin d'un déplacement et le début du suivant. Le premier déplacement de la journée d'enquête de chaque véhicule a été considéré comme étant effectué à froid.

⁴² Gallez, Hivert, 1998, *Op. Cit.*

⁴³ La base de données qui a servi à ce travail correspond à la base « Parc Auto », Ademe/Inrets, Sofrès, qui a été mise à notre disposition par l'Inrets. Les tableaux utilisés sont présentés en annexe 1.

⁴⁴ MEET, *Op. Cit.*, p. 30

Par ailleurs les résultats d'une enquête « EUREV » (Etude sur l'Utilisation REelle des Véhicules) menée par l'INRETS en 1983 et 1985 a été utilisée⁴⁵. Elle constitue une base de 35 automobiles et de 3 340 déplacements pour lesquels les temps de repos et la température du moteur au démarrage avaient été recueillis (Tableau 26 et Tableau 27).

Tableau 26 : Courbe cumulée des déplacements automobiles en fonction du temps de repos précédent le démarrage

<i>mn</i>	<i>% cumulé</i>
0	0,00%
15	29,90%
30	41,20%
60	51,50%
120	61,90%
180	68,10%
240	73,00%
300	78,00%
+ 300	100,00%
(max=63h40)	

Source : enquête EUREV

Tableau 27 : Courbe cumulée des déplacements automobiles en fonction de la température de l'eau du moteur au moment du démarrage

<i>Température de l'eau du moteur</i>	<i>Nb de démarrages (% cumulé)</i>
>80°C	8,40%
>60°C	25,40%
>40°C	44,90%
>20°C	71,80%
>0°C	100,00%

Source : enquête EUREV

Les données étant issues du même échantillon, il est possible de croiser ces 2 tableaux pour en déduire une température du moteur en fonction du temps de repos depuis le déplacement précédent (Tableau 28). Les chiffres en italique sont déduits par interpolation linéaire.

⁴⁵ ANDRE M., ROUMEGOUX, J.P., DELSEY J., GUITTON, J.P., VIDON R. : *Etude expérimentale sur les utilisations réelles des véhicules (EUREV)*. Bron : Rapport INRETS n°48, 1987. 125 p.

Tableau 28 : Température du moteur en fonction du temps de repos

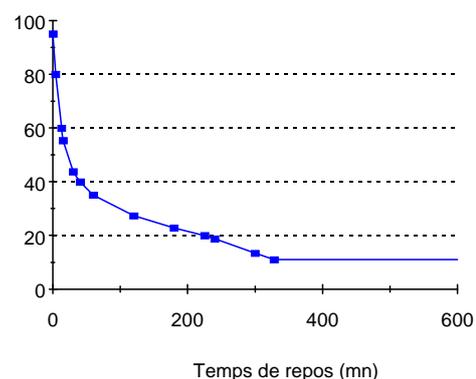
<i>mn</i>	<i>% cumulé</i>	<i>température</i>
0	0,00%	95
4,2	8,40%	80
12,7	25,40%	60
15	29,90%	55,4
30	41,20%	43,8
40,8	44,90%	40
60	51,50%	35,1
120	61,90%	27,4
180	68,10%	22,8
225,3	71,80%	20
240	73,00%	18,7
300	78,00%	13,4
328,2	80,21%	11
>328,2	100,00%	11

Les données de températures ont été extraites de la base de données météorologiques de Météo France établie en 1995 sur son site de l'Aéroport de Lyon-Bron. La température annuelle moyenne à Lyon est d'environ 11°C. En prolongeant la droite établie sur les derniers points de temps de repos et de température du moteur, on trouve qu'il est nécessaire d'attendre 5h30 (328 mn) avant qu'un véhicule dont le moteur est chaud ne revienne à température ambiante...

De telles extrapolations restent évidemment très précaires, puisqu'elles supposent notamment que les conditions de mesure ont été homogènes pour l'ensemble des 3 340 déplacements étudiés. Or il est certain que la température et l'humidité ambiantes ainsi que la température du moteur à la fin du déplacement précédent n'étaient pas identiques. De même les caractéristiques des moteurs et leur inertie thermique sont différentes d'un véhicule à l'autre... De plus, reprendre de tels chiffres pour les appliquer à un autre parc (*ie* comparer un échantillon de 35 automobiles tirés au niveau français entre 1983 et 1985 avec les 5 523 véhicules de l'enquête ménages de Lyon en 1995/96) rajoute une source d'erreurs supplémentaire qui resterait à contrôler.

Nous avons cependant estimé que faute de mieux, ces chiffres permettaient d'avoir une idée de l'évolution de la température d'un moteur en fonction de son temps de repos. Le graphique représenté ci-contre permet de visualiser le tableau précédent.

Température de l'eau du moteur (°C)



Cette courbe a été simplifiée et ramenée à trois segments de droite pour les besoins d'estimation de la température du moteur des véhicules dans le cadre de ce travail. Les deux derniers segments ont de plus été aménagés pour tenir compte de la période de la journée

à laquelle a eu lieu le démarrage et de la température moyenne correspondante (« nuit » 20h-6h ; « matin », 6h-9h ; « journée », 9h-17h ; « soirée », 17h-20h ; calculée à partir des mesures du site Météo France de Bron sur l'année 1995, juillet et août exclus Cf. Supra). Ce sont ces températures de l'air ambiant qui ont servi de référence pour établir la température des moteurs froids. Cependant, si l'enquête-ménages précise que le véhicule dispose

habituellement d'un lieu de stationnement abrité pour la nuit, le 1^{er} démarrage de la journée est alors supposé se faire à 12°C.

si repos < 40,8',
 $temperature = 95 + ((40 - 95) / (40,8 - 0)) * (repos - 0)$

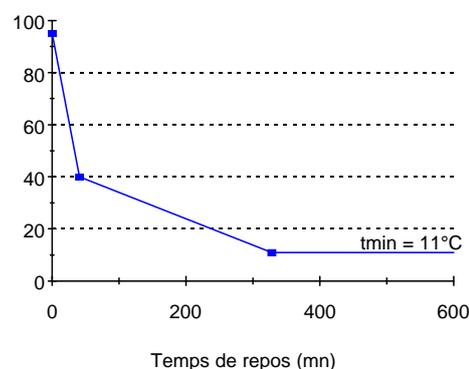
si repos ∈ [40,8' ; 328,2'],
 $temperature = 40 + ((tmin - 40) / (328,2 - 40,8)) * (repos - 40,8)$

si repos ≥ 328,2',
 temperature = tmin

avec pour valeurs de tmin :

si départ de « nuit » (20h-6h) hors abri tmin = 9°C
 si départ de « matin » (6h-9h) hors abri tmin = 8°C
 si départ « nuit » ou « matin » sous abri tmin = 12°C
 si départ de « journée » 9h-17h tmin = 12°C
 si départ de « soirée », 17h-20h tmin = 12,5°C

t Température de l'eau du moteur (°C)



2.3.4. Conclusion : les émissions unitaires des automobiles dans l'agglomération lyonnaise

Appliquées aux déplacements automobiles de l'enquête ménages lyonnaise et corrigées des coefficients de surémissions pour les départs à froid, les fonctions d'émissions de MEET conduisent dès lors aux estimations d'émissions unitaires qui sont indiquées dans le Tableau 29 ci-dessous. A noter que quelques déplacements (792 cas) ont été réalisés avec d'autres automobiles que celles dont disposent des ménages enquêtés. L'enquête ne fournit pas d'information sur les caractéristiques de ces véhicules et nous leur avons affecté les coefficients d'émissions moyens établis sur l'agglomération.

Ces émissions peuvent apparaître importantes si on les compare à des données utilisées à la même époque au niveau national. Ainsi en est-il par exemple des chiffres ayant servi de base au Ministère de l'Équipement pour évaluer l'impact environnemental des évolutions à long terme de la demande de transport au niveau national⁴⁶ (Tableau 30).

Tableau 29 : Consommations et émissions unitaires des automobiles de l'agglomération lyonnaise (en g/véh.km)

Agglomération lyonnaise en 95 (EM Lyon, MEET)	CO2	CO	COV	NOx	PM	Consommation
Véhicules essence	215	26.6	3.55	1.49	0.00	81.5
Véhicules diesel	236	1.00	0.28	0.76	0.29	73.4

Tableau 30 : Emissions unitaires des automobiles en France en 1995 (en g/véh.km)

France interurbaine en 1995 (METL – COPERT)	CO2	CO	COV	NOx	PM	Consommation
Véhicules essence	205	17.6	3.08	2.01	-	64.3
Véhicules diesel	173	0.64	0.17	0.59	0.21	55.3
Variations Interurbain/Urbain						
Véhicules essence	-5%	-34%	-13%	+35%	-	-21%
Véhicules diesel	-27%	-36%	-38%	-22%	-27%	-25%

⁴⁶ Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Service Economique et Statistique, avril 1999, *Eléments d'évaluation environnementale des schémas de service – effets sur l'environnement des différents scénarios de la demande de transport*. Document de travail, 57 p.

Plusieurs facteurs expliquent les écarts entre nos résultats et les hypothèses du Ministère. Tout d'abord les modèles utilisés de part et d'autre sont différents, le Ministère de l'Équipement travaillant avec des données issues du modèle COPERT. Cependant, même si le programme MEET a conduit à affiner certaines courbes d'émissions, les grandeurs estimées sont du même ordre, à quelques pour cents près.

Les écarts sont sans doute plus à rechercher au niveau des contextes des évaluations, entre circulation urbaine d'un côté et interurbaine de l'autre :

- Ainsi la part des déplacements à froid est nécessairement plus importante à Lyon qu'à un niveau interurbain. Du fait de la longueur limitée des déplacements effectués à l'intérieur de l'agglomération et des moins bonnes performances des pots catalytiques sur les premiers kilomètres, les surémissions à froid représentent environ 40% des émissions totales de CO et COV des automobiles à essence dans le cas lyonnais.
- Les vitesses moyennes sont également très différentes entre les deux contextes, les vitesses plus élevées en interurbain favorisant une surémission des oxydes d'azotes pour les véhicules à essence et une émission moindre des autres types de polluants. Autre exemple, la vitesse moyenne des automobiles diesel au sein de l'agglomération lyonnaise est de 23,2 km/h. Si l'on recalcule les émissions de ces véhicules avec une vitesse de 90 km/h et les courbes fournies par MEET, les résultats baissent sensiblement (CO₂=140 g/km soit 20% de moins que les hypothèses utilisées par le Ministère ; CO=0,41 g/km ie -36% ; COV=0,07 g/km ie -60%, PM=0,15 g/km ie -29% ; consommation=45 g/km ie -19%). Les estimations d'émissions établies de part et d'autre ne peuvent certainement pas être comparées aussi directement, ne serait-ce que parce que les vitesses moyennes avancées ici ne prennent pas en compte la variabilité des situations. Par contre elles permettent de souligner l'évidence de l'impact du contexte sur les vitesses et les émissions et de comprendre une partie des différences enregistrées entre Lyon et le niveau national.

2.4. La pollution atmosphérique liée aux transports dans l'agglomération lyonnaise

Les émissions de polluants atmosphériques au sein de l'agglomération lyonnaise ont été calculées sur la base de l'ensemble des hypothèses qui viennent d'être présentées. Deux types d'indicateurs peuvent en être tirés.

Le premier relève d'une comparaison intermodale. Cependant, plus qu'à une lecture opposant les différents modes entre eux, un tel tableau invite à s'interroger sur leur complémentarité, sur l'organisation du système de déplacements au sein de l'agglomération considérée et sur son efficacité environnementale (Tableau 31).

Tableau 31 : Poids des différents modes dans les déplacements et les émissions des Lyonnais

	% des depl. urbains	% des distances	CO2	CO	COV	NOx	Particules
VP Passager	12,3	15,1	-	-	-	-	-
VP Conducteur	40,7	58,9	91,8	98,4	94,7	80,3	84,7
<i>dont véhicules essence</i>	<i>29,2</i>	<i>40,2</i>	<i>60,7</i>	<i>96,7</i>	<i>91,4</i>	<i>64,9</i>	<i>0,0</i>
<i>dont véhicules diesel</i>	<i>11,5</i>	<i>18,7</i>	<i>31,1</i>	<i>1,7</i>	<i>3,3</i>	<i>15,5</i>	<i>84,7</i>
TC urbains	12,2	16,8	6,9	0,7	1,3	17,3	12,9
TC non urbains	1,1	2,3	1,1	0,1	0,3	2,2	2,2
Deux-roues motorisés	0,6	0,6	0,1	0,9	3,7	0,0	0,0
Marche à pied	32,0	5,2	0	0	0	0	0
Bicyclette	0,7	0,6	0	0	0	0	0
Autres modes	0,4	0,5	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

Le second type d'indicateurs renvoie directement au niveau de pollution et à sa répartition au sein de l'agglomération (Tableau 32).

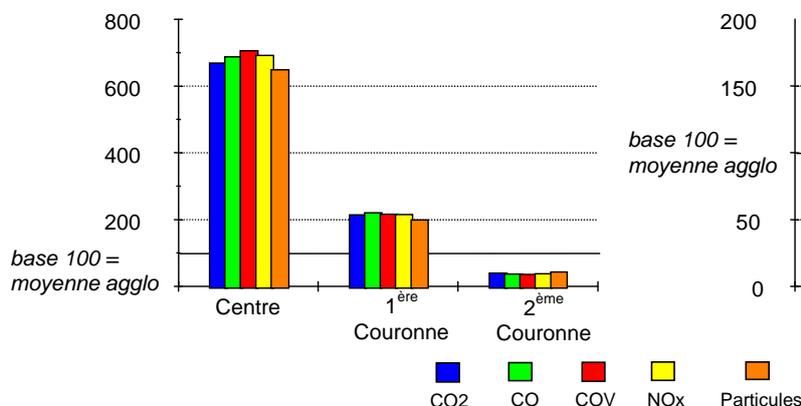
Tableau 32 : Volumes d'émissions (en g/m²/j) liés aux déplacements des Lyonnais au sein de leur agglomération

	CO2	CO	COV	NOx	Particules
Centre (Lyon+Villeurbanne)	15,03	1,20	0,174	0,100	0,0065
1 ^{ère} couronne	4,82	0,38	0,053	0,031	0,0020
2 ^{ème} couronne	0,89	0,06	0,009	0,005	0,0004
Agglomération lyonnaise	2,25	0,17	0,025	0,015	0,0010

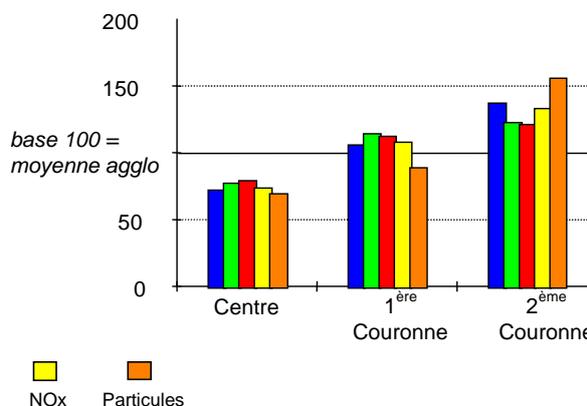
Idéalement, ce type d'indicateurs devrait être établi après une affectation fine et exhaustive des trafics sur leurs réseaux respectifs permettant une répartition des émissions correspondantes tout au long de l'itinéraire de chaque déplacement. Nous n'avons pas les moyens de réaliser un tel exercice. Pour les déplacements réalisés à l'intérieur d'une des trois zones, centre, 1^{ère} et 2^{ème} couronne, leurs émissions ont été affectées en totalité à la zone concernée. Pour les autres, nous avons « simplement » tiré une droite entre l'origine et la destination pour répartir ensuite les émissions au prorata de la longueur du segment situé au sein de chacune des zones traversées.

Une présentation graphique des résultats permet de mieux visualiser la forte concentration des émissions en zone centrale par rapport à la périphérie (Graphique 12). La densité des activités et des circulations y entraîne un niveau d'émissions par unité de surface 15 fois supérieur à celui de la seconde couronne et 3 fois supérieur à celui de la 1^{ère}. Compte tenu de l'importance de la population concernée (Graphique 14), les enjeux peuvent apparaître particulièrement préoccupants.

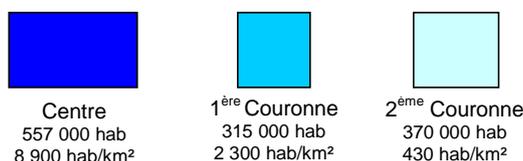
Graphique 12 :
Taux d'émissions au m² selon la zone



Graphique 13 :
Niveau d'émission par résident et par jour



Graphique 14 : Répartition de la population au sein de l'aire d'étude



Cependant, deux arguments viennent relativiser cette première impression.

D'un point de vue méthodologique tout d'abord, il faut rappeler que ne sont fournies ici que des émissions par m², liées à un type de trafic. Les émissions liées à la mobilité des résidents de l'agglomération sont seules prises en compte, celles dues aux activités industrielles, au chauffage, à la mobilité des non-résidents comme à la mobilité à motivation professionnelle ne sont pas intégrées. Par ailleurs les niveaux ainsi obtenus (g/m²) ne présagent en rien de la dangerosité des teneurs dans l'atmosphère (g/m³). Ce que l'on peut par contre affirmer, c'est que s'il y a problème de santé publique liée à la pollution atmosphérique locale, c'est d'abord en centre-ville que doivent se porter les efforts sur la réduction des émissions liées aux transports.

Par ailleurs on peut être tenté de penser qu'un tel résultat lié à une concentration forte des hommes et des activités plaide pour un habitat plus diffus, où les émissions seraient de fait plus diluées évitant ainsi des teneurs posant des risques sanitaires. Cependant les distances parcourues par personne et par jour seraient alors plus importantes avec des niveaux d'émissions correspondants croissant sensiblement (Graphique 13). Ceci n'apparaît sans doute pas préjudiciable pour un composé comme le monoxyde de carbone (CO) qui disparaît très rapidement dans l'atmosphère, mais l'est beaucoup plus pour des polluants à impact régional ou planétaire comme les oxydes d'azote (NOx) ou le dioxyde de carbone (CO₂). Il y a donc, dans la réponse urbanistique aux problèmes de pollution atmosphérique liée aux transports, une contradiction entre plusieurs niveaux d'enjeux. Et si la pollution locale apparaît aujourd'hui encore comme celle qui suscite le plus de préoccupations, c'est aussi pour elle que les réponses technologiques sont les plus efficaces. Ce sont sans aucun doute les échelles régionale et planétaire qui poseront problème dans les années à venir.

Ces résultats amènent également à s'interroger sur qui pollue où : on pourrait penser que se sont les résidents de périphérie qui, en venant dans le centre en automobile, contribuent à la forte concentration des émissions dans ce lieu. L'analyse des lieux où sont parcourues les distances des uns et des autres fait plutôt apparaître un effet concentration. Ainsi, dans le cas lyonnais, les trafics observés sur Lyon et Villeurbanne sont d'abord réalisés par les résidents du centre (66% des véhicules kilomètres), puis par les habitants de 1^{ère} couronne (19%) et enfin ceux de 2^{de} (15%).

Tableau 33 : Répartition spatiale des véhicules kilomètre selon le lieu de résidence

Lieu des déplacements ⇒ Zone de résidence ↯	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne	Total
Centre	0,75	0,15	0,10	1,00
1 ^{ère} couronne	0,27	0,57	0,15	1,00
2 ^{ème} couronne	0,13	0,16	0,72	1,00
Total	0,36	0,26	0,38	1,00

Tableau 34 : Origine des véhicules.kilomètres parcourus dans chaque zone

Lieu des déplacements ⇒ Zone de résidence ↯	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne	Total
Centre	0,66	0,18	0,08	0,32
1 ^{ère} couronne	0,19	0,55	0,10	0,25
2 ^{ème} couronne	0,15	0,26	0,82	0,44
Total	1,00	1,00	1,00	1,00

3. EST-IL PERTINENT DE PRENDRE EN COMPTE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA PHASE DE PRODUCTION DES CARBURANTS ET DE L'ELECTRICITE ?

Les émissions de polluants calculées dans cette étude ne relèvent que de la phase d'utilisation des modes de transport sans prendre en compte la fabrication des différents véhicules et leur fin de vie, ni la construction des infrastructures de transport, ou la production de l'énergie nécessaire au fonctionnement des différents modes.

Il nous est apparu important d'estimer l'impact environnemental de la production d'énergie nécessaire au fonctionnement des modes de transport, pour le rapprocher de l'impact environnemental de leur utilisation. En effet, ce calcul permet de comparer, avec un angle d'approche différent, les transports en commun fonctionnant à l'électricité et les voitures particulières utilisant l'énergie fossile.

3.1. La méthode d'évaluation utilisée

La méthode utilisée pour estimer cet impact repose sur la notion de cycle de vie des carburants essence et diesel ainsi que des combustibles utilisés pour la production de l'électricité en France. En 1994, la production française d'électricité se répartissait de la manière suivante : 78 % de nucléaire, 2 % par des centrales thermiques au fuel, 8 % par des centrales thermiques au charbon et 12 % d'hydraulique. Le cycle de vie d'un combustible

représente toutes les étapes depuis son extraction à sa transformation en énergie, en passant notamment par ses étapes de transport (voir schéma page suivante).

Pour l'électricité, ce travail a déjà été effectué au Laboratoire d'Analyse Environnementale des Procédés et Systèmes Industriels de l'INSA de Lyon, l'objectif était alors de comparer les différents modes de chauffage, urbain, collectif ou individuel. Nous reprendrons les résultats de ces études pour l'évaluation de l'impact environnemental de la production d'électricité⁴⁷.

Enfin, en ce qui concerne, l'essence et le diesel, les données utilisées proviennent de l'Institut Français du Pétrole (IFP) ou de bases de données suisses⁴⁸ qui évaluent l'impact environnemental des principaux combustibles.

Dans la méthode développée à l'INSA, les impacts environnementaux évalués sont :

- la consommation de matières premières,
- la non-renouvelabilité des matières premières,
- l'épuisement des réserves naturelles,
- l'impact écotoxique des effluents gazeux,
- l'impact écotoxique des effluents liquides,
- le potentiel d'effet de serre,
- la contribution à la dégradation de l'ozone stratosphérique,
- le volume de déchets en décharge,
- le potentiel écotoxique du lixiviat issu de la mise en décharge de ces déchets,
- le potentiel écotoxique du biogaz issu de la mise en décharge de ces déchets.

Dans le contexte de cette étude, pour permettre la comparaison avec les indicateurs calculés pour la phase utilisation des modes de transport, et en utilisant au mieux les données disponibles, nous avons évalué les paramètres suivants :

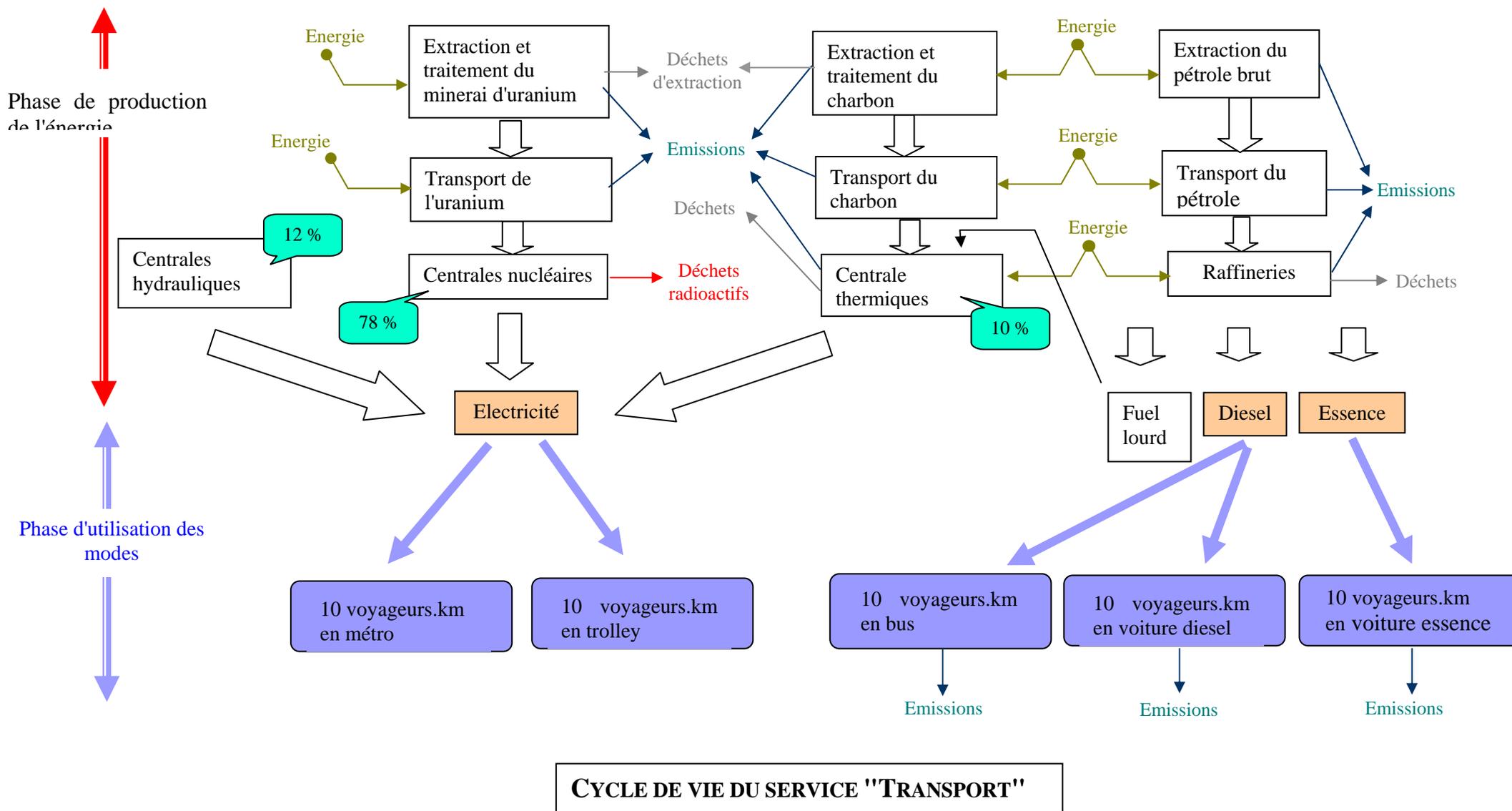
- la consommation énergétique correspondant à la somme des énergies consommées au cours des différentes étapes de la phase de production de l'énergie (voir schéma du cycle de vie)
- les principales émissions ;
- les volumes de déchets.

En effet, les consommation de matières premières et les quantités de déchets produites ont été évaluées pour l'électricité mais nous n'avons pas de données fiables pour l'essence et le diesel.

L'unité fonctionnelle choisie pour permettre la comparaison des différents modes est "10 passagers km", unité de mesure du service transport rendu. Le facteur 10 permet d'obtenir des ordres de grandeur faciles à manipuler pour l'ensemble des émissions.

⁴⁷ A. GOBBEY, A. WENISCH. *Comparaison du point de vue de l'impact sur l'environnement de divers modes de chauffage*, INSA, Fév 1994, 57 p.

⁴⁸ BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT. *Ökoinventare für Energiesysteme*. Nationalen Energie-Forschungs-Fonds (NEFF), Zürich (Schweiz), 1994.



3.2. Comparaison entre les modes

L'analyse des résultats montre que la prise en compte de l'impact de la production d'énergie n'a pas de conséquence sur les indicateurs d'émissions évalués habituellement pour les transports.

Le tableau suivant donne les émissions totales par mode avec la part imputable à la production de l'énergie et la part imputable à l'utilisation du mode pour 10 passagers km effectués par chacun des modes.

Tableau n°35 : Emissions des différents modes pour 10 passagers km (part imputable à la production de l'énergie et part imputable à l'utilisation du mode)

	trolley			métro			bus		
	Total (en g)	Energie (1)	Utilisation (2)	Total (en g)	Energie (1)	Utilisation (2)	Total (en g)	Energie (1)	Utilisation (2)
Particules	0,03	100 %	0 %	0,03	100 %	0 %	1,07	0,4 %	99,6 %
CO ₂	21	100 %	0 %	18	100 %	0 %	1394	0,5 %	99,5 %
CO	0,02	100 %	0 %	0,02	100 %	0 %	10,57	0 %	100 %
NOx	0,54	100 %	0 %	0,46	100 %	0 %	22,39	0 %	100 %
Hydrocarbures	0,01	100 %	0 %	0,01	100 %	0 %	3	5 %	95 %
SO ₂	1,41	100 %	0 %	1,2	100 %	0 %	2,05	12 %	88 %

	VP Essence			VP diesel		
	Total (en g)	Energie (1)	Mode (2)	Total (en g)	Energie (1)	Mode (2)
Particules	0,01	100%	0	2,31	0,2 %	99,8 %
CO ₂	1724	0,5 %	99,5 %	1892	0,4 %	99,6 %
CO	207	0 %	100 %	8	0 %	100 %
NOx	12	0,2 %	99,8 %	6	0,3 %	99,7 %
Hydrocarbures	27	0,8 %	99,2 %	2	8 %	92 %
SO ₂	1	29 %	71 %	2	15 %	85 %

(1) Correspond à la phase de production de l'énergie (voir schéma du cycle de vie)

(2) Correspond à la phase d'utilisation des modes (voir schéma du cycle de vie)

Il apparaît nettement que la prise en compte de la production de l'énergie ne modifie pas de manière significative les indicateurs classiques d'émissions. En effet, les modes pour lesquels la production d'énergie est responsable de l'ensemble des émissions, à savoir le métro et le trolley, ne sont à l'origine que d'une part marginale du total émis.

Les rejets de SO₂ émis au niveau de la production d'électricité sont issus des centrales thermiques au charbon. Cependant, ces rejets déjà très faibles (de l'ordre du gramme émis par unité fonctionnelle) vont encore diminuer dans un avenir proche en raison de la substitution progressive du charbon par le gaz.

Pour les autres impacts liés exclusivement à la production de l'énergie, on obtient les résultats suivants :

Tableau 36 : Impacts environnementaux liés à la production d'énergie nécessaire à chacun des modes pour réaliser 10 passagers km

		trolley	métro	bus	VP essence	VP diesel	Total
Conso. Energétique (en kJ)		1188 (21 %)	1015 (18 %)	451 (8 %)	2458 (43 %)	583 (10 %)	5 693
Autres déchets (en cm ³)		0,33 (14 %)	0,28 (12 %)	0,45 (20 %)	0,65 (28 %)	0,58 (25 %)	2,3
Déchets nucléaires (en cm ³)		0,02 (50 %)	0,02 (50 %)	0	0	0	0,04

Pour la consommation énergétique des procédés industriels nécessaires à la production des carburants et de l'électricité, l'impact est mieux réparti entre les modes. Cependant, un complément d'étude sur des raffineries françaises serait nécessaire pour valider les chiffres correspondant à la production d'essence et de diesel.

Enfin, les volumes de déchets générés sont faibles. La production de déchets est relativement bien réparties entre les modes. Là aussi, les chiffres pour l'essence et le diesel restent à valider.

En ce qui concerne les déchets nucléaires (environ 20 mm³ de déchets nucléaires produits par unité fonctionnelle pour le métro et le trolley), le poids à donner à cet impact renvoie au débat de société sur le nucléaire et sur ses déchets.

3.3. L'impact environnemental de 10 passagers km en tenant compte de la répartition des modes

D'après les résultats de l'enquête-ménages de 95, 10 passagers km effectués sur notre aire d'étude se répartissent en moyenne entre les modes de la façon suivante :

- Modes non motorisés et deux roues motorisés : 0,16 km
- Trolley : 0,13 km
- Métro : 0,98 km
- Bus : 0,93 km
- VP essence : 5,90 km
- VP diesel : 1,90 km

En tenant compte de l'utilisation de chaque mode, le tableau suivant donne la répartition des émissions totales par mode (à l'exception des deux roues motorisés) pour le transports de 10 passagers km avec la part imputable à la production de l'énergie et la part imputable à l'utilisation du mode.

Tableau 37 : Emissions des différents modes pour 10 passagers km (part imputable à la production de l'énergie et part imputable à l'utilisation du mode)

	trolley		métro		bus		VP essence		VP diesel		Total grammes
	Energie (1)	Util. (2)	Energie (1)	Util. (2)	Energie (1)	Util. (2)	Energie (1)	Util. (2)	Energie (1)	Util. (2)	
Particules	< 1 %	0	< 1 %	0	0	18 %	< 1 %	0	< 1 %	80 %	0,55
CO ₂	< 1 %	0	< 1 %	0	< 1 %	9 %	< 1 %	67 %	< 1 %	24 %	1 509
CO	≈ 0	0	≈ 0	0	0	< 1 %	0	98 %	0	1 %	125
NO _x	< 1 %	0	< 1 %	0	≈ 0	20 %	≈ 0	68 %	≈ 0	11 %	10
Hydro-carbures	≈ 0	0	≈ 0	0	< 1 %	2 %	< 1 %	95 %	< 1 %	2 %	17
SO ₂	1 %	0	8 %	0	2 %	12 %	14 %	36 %	4 %	23 %	1,44

(1) Correspond à la phase de production de l'énergie (voir schéma du cycle de vie)

(2) Correspond à la phase d'utilisation des modes (voir schéma du cycle de vie)

Pour les autres impacts liés exclusivement à la production de l'énergie, on obtient la répartition suivante :

Tableau 38 : Impacts environnementaux liés à la production d'énergie nécessaire pour réaliser 10 passagers km

	trolley	métro	bus	VP essence	VP diesel	Total
Conso. énergétique	1 %	6 %	2,5 %	84 %	6,5 %	1 718 kJ
Autres déchets	1 %	5 %	7 %	67 %	20 %	570 mm³
Déchets nucléaires	13 %	87 %	0	0	0	2 mm³

Ce calcul fait apparaître encore plus nettement l'origine des impacts environnementaux pour un déplacement de 10 passagers km sur l'aire d'étude à savoir la voiture à essence dans sa phase d'utilisation et dans une moindre mesure le bus et les voitures diesel également en phase utilisation.

La phase de production d'énergie contribue d'une façon très marginale aux émissions de polluants générées par le système transport. Il apparaît donc inutile de la prendre en compte pour représenter la contribution des transports à la pollution atmosphérique.

4. L'ESPACE OCCUPE PAR LES TRANSPORTS DANS L'AGGLOMERATION LYONNAISE

Un autre aspect important de la dimension environnementale concerne l'occupation de l'espace par les transports. Il convient cependant de bien positionner les enjeux relevant de ce thème.

Une première approche consisterait à considérer que l'occupation de l'espace urbain pour la circulation des biens et des personnes se fait au détriment d'autres fonctions, économiques, résidentielles ou récréatives. Cependant les variations des coûts du foncier au sein d'une agglomération témoignent bien de cette concurrence entre différents usages et de l'intérêt que, collectivement, nous leur portons. Dans ce sens, la proportion d'espace dédiée aux transports, sans être forcément "optimale", est cohérente avec les besoins de déplacements des citoyens.

En revanche les infrastructures de voirie peuvent avoir des impacts déstructurants sur leur environnement, souvent mal évalués aujourd'hui :

- intrusions visuelles et atteintes aux paysages, parfois sensibles en périphérie ou en entrée de ville ;
- effets de coupure, qui peuvent se traduire par une dégradation du biotope des espaces naturels ainsi qu'une dévalorisation des sites de loisirs et un relâchement du lien social entre quartiers du fait de la détérioration de leur accessibilité avec les modes de proximité. Ces impacts, souvent provoqués par l'infrastructure elle-même, se trouvent toujours renforcés par l'ampleur des trafics.

La mesure de l'occupation de l'espace par les infrastructures apparaît alors comme un moyen indirect pour rendre compte de ces phénomènes.

Par ailleurs on peut s'interroger sur l'espace occupé par les différents modes de transports, mesuré en $m^2 \cdot h$ (Cf. infra, § 3.2.). La réflexion porte sur l'efficacité relative de ces modes à transporter un nombre de personnes donné pour un certain espace consommé. Une problématique purement économique serait alors de chercher à déterminer le coût monétaire de chaque mode en termes d'occupation d'un espace public utilisé gratuitement. Sans entrer dans cette considération, on peut aussi conserver cette notion de $m^2 \cdot h$ consommés dans une approche plus strictement environnementale dans la mesure où c'est cet espace consommé qui justifie les infrastructures provoquant les intrusions visuelles et les effets de coupures précédemment évoqués. La question posée concerne dès lors l'efficacité environnementale des déplacements et touche, nous le verrons, autant le type d'habitat que l'organisation des déplacements qui s'y trouve liée.

4.1. L'espace consommé par les infrastructures de transport

Pour évaluer l'emprise au sol des infrastructures, nous nous sommes servis des bases de données routières de l'Institut Géographique National (GéoRoute[®], complété de la base BD Carto[®] pour la partie de l'aire d'enquête située dans le département de l'Ain). Ces bases fournissent une image détaillée du réseau routier et ferré. La BD Carto[®] est disponible sur l'ensemble du territoire national et GéoRoute[®], spécialement conçu pour l'urbain, est développé sur la plupart des grandes agglomérations françaises : cette large couverture des bases utilisées assure *a priori* une bonne reproductibilité des indicateurs proposés.

Dans ces 2 bases, le réseau routier est décrit à partir de deux principaux champs opérant un classement fonctionnel et un classement physique de la voirie⁴⁹.

Le classement fonctionnel définit une hiérarchie du réseau en fonction de sa capacité à acheminer les véhicules à vitesse élevée :

- le réseau principal assure les liaisons intermétropoles, en général des autoroutes et parfois des nationales ;
- le réseau primaire regroupe les liaisons entre départements : on retrouve ici la plupart des routes nationales ;

⁴⁹ Les éléments descriptifs présentés ici reprennent largement la présentation du document technique de l'IGN, *GéoRoute[®] Version 1.2, principes généraux*, novembre 1998.

- le réseau secondaire est celui qui permet les liaisons ville à ville à l'intérieur d'un département : c'est le niveau privilégié des routes départementales ;
- le réseau tertiaire est constitué des voies intraurbaines permettant de se déplacer rapidement à l'intérieur de la ville ;
- enfin la voirie de desserte regroupe ce qui n'est pas classé à un niveau supérieur.

Pour les routes des réseaux « principal » et « primaire » le nombre de voies matérialisées au sol est également indiqué.

Le classement physique de la voirie distingue 5 niveaux du réseau :

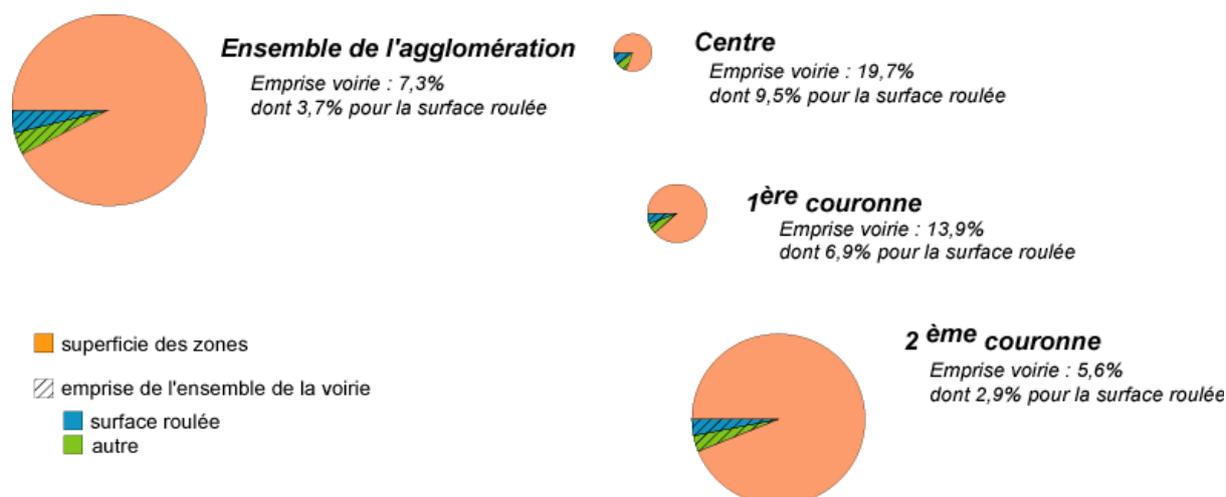
- Autoroute ;
- Quasi-autoroute (voirie à caractéristiques autoroutières qui n'est pas classée officiellement dans la catégorie autoroute) ;
- Bretelle (tronçons qui permettent une communication entre deux routes de niveaux différents) ;
- Route à deux chaussées ;
- Route à une chaussée.

Pour estimer la surface occupée par la voirie, la longueur des infrastructures a tout d'abord été extraite en fonction de leur nature fonctionnelle ainsi que du nombre de voies les composant pour le réseau principal et primaire. Les bases IGN ne disposent par contre pas de la largeur de la voirie. Nous avons dès lors opéré une double estimation :

- En prenant comme base de calcul la largeur standard d'une voie, qui est de 3,50 mètres. La surface obtenue correspond alors à une estimation *a minima* qui ne prend en compte que la fonction circulatoire de la voirie.
- En considérant l'emprise au sol complète des infrastructures, à partir des ratios du Schéma Directeur National Routier, soit 10 ha/km pour les autoroutes, 5 ha/km pour les routes nationales et départementales à 2x2 voies et 1,5 ha/km pour les autres et, enfin, 1 ha/km pour la voirie communale. Une hypothèse de 3 ha/km pour le réseau tertiaire à 2 chaussées (réseau urbain principal) a également été rajoutée.

On obtient dès lors deux valeurs qui peuvent s'interpréter comme indiquant les fourchettes basse et haute de l'occupation de l'espace par les infrastructures. Cependant, compte tenu de la nature différente de l'information contenue dans ces chiffres, nous avons préféré garder l'idée d'une surface totale occupée par la voirie d'une part et d'une surface dédiée exclusivement à la circulation représentée par l'estimation de la surface des voies d'autre part (Cf. Graphique 15).

Enfin, ces surfaces de voirie ont été distinguées suivant leur localisation entre le centre, la première et la seconde couronne car les enjeux en matière d'occupation de l'espace y sont très différents. En zone dense les besoins d'espaces liés à chaque type d'activités se trouvent fortement régulés par la pression foncière ; en zone périphérique les contraintes économiques sont moins fortes mais suivant les caractéristiques agricoles, naturelles ou récréatives des sites traversés, l'impact environnemental des transports sera différent.

Graphique 15 : Surface occupée par la voirie sur l'aire de l'enquête ménages de Lyon en 1995

Source : LET, à partir des bases GéoRoute® et BD Carto® de l'IGN

Ces mesures fournissent une première idée de l'espace réservé à la voirie en milieu urbain. On pressent notamment l'importance des infrastructures routières en milieu dense, par la pression foncière qu'elles signifient d'une part et par la nécessité qu'elles représentent pour irriguer correctement les activités du centre-ville de l'autre. A ce niveau, cette surface de voirie peut être rapportée aux populations desservies, mesurée en m² par personne résidente (Tableau 39) : l'intérêt de la surface importante consacrée à la voirie en zone dense apparaît alors plus clairement.

Tableau 39 : Consommation d'espace viaire par personne suivant la localisation dans l'agglomération lyonnaise

	Surface (km ²)	Population	Emprise voirie (km ²)	Taux d'occupation de la zone par la voirie	m ² voirie/pers
Centre (Lyon-Villeurbanne)	63	557 743	12,4	19,7 %	22
1 ^{ère} couronne	114	314 579	15,9	13,9 %	51
2 ^{ème} couronne	925	369 615	52,3	5,6 %	142
Agglo de Lyon (EM95)	1 102	1 241 936	80,6	7,3 %	65

Source : LET, à partir des bases GéoRoute® et BD Carto® de l'IGN

Enfin, on peut chercher plus directement à s'intéresser aux effets de coupure provoqués par les infrastructures supportant un trafic important et difficiles voire impossibles à traverser. Nous avons retenu ici comme indicateur les longueurs de voiries à deux chaussées séparées, rapportées à la surface de la zone concernée.

On observe alors un fort effet de coupure dans le centre et en 1^{ère} couronne avec respectivement 0,76 et 0,63 km de voirie à 2 chaussées au km² par rapport à la 2^{de} couronne plus préservée avec 0,14 km/km².

La comparaison reste cependant difficile à faire car les effets ne sont sans doute pas de même nature. Une coupure en milieu urbain dense signifie une très grande difficulté pour passer à pied ou à vélo entre les quartiers séparés et donc un éclatement du tissu social de proximité. Dans des milieux plus ouverts de périphérie, le desserrement du lien social concerne moins de monde et, surtout, une part relativement plus faible de la mobilité car du fait des distances

parcourues en moyenne, elle s'exprime plus souvent par modes motorisés, moins sensibles aux détours imposés. Les impacts n'en sont néanmoins pas pour autant négligeables, avec une destructuration immédiate d'espaces ruraux modelés au fil des générations autochtones, des effets négatifs sur la faune et la flore locales et une dévalorisation pour les citadins de leurs espaces de loisirs proches, qui participent à la qualité de vie ressentie au sein d'une agglomération.

Tableau 40 : Surfaces occupées par la voirie dans l'agglomération lyonnaise

Dans le centre (62,8 km²)

	Longueur de voirie (km)	Emprise voirie (m ²)	Taux d'emprise	Longueur de voies (km)	Surface occupée (m ²)	Tx d'occupation
Réseau principal	16	1 616 500	2.57%	76	264 520	0.42%
Réseau primaire et secondaire						
dont 2 chaussées	16	815 000	1.30%	78	271 964	0.43%
1 chaussée	145	2 170 065	3.46%	306	1 071 931	1.71%
Réseau tertiaire						
dont 2 chaussées	16	465 000	0.74%	62	217 000	0.35%
1 chaussée	149	2 237 580	3.56%	298	1 044 204	1.66%
Desserte	510	5 101 260	8.12%	1 020	3 570 882	5.69%
Total	852	12 405 405	19.75%	1 840	6 440 501	10.25%

En première couronne (114 km²)

	Longueur de voirie (km)	Emprise voirie (m ²)	Taux d'emprise	Longueur de voies (km)	Surface occupée (m ²)	Tx d'occupation
Réseau principal	36	3 623 300	3.17%	186	652 120	0.57%
Réseau primaire et secondaire						
dont 2 chaussées	11	565 000	0.49%	38	132 419	0.12%
1 chaussée	175	2 624 820	2.30%	392	1 371 640	1.20%
Réseau tertiaire						
dont 2 chaussées	25	735 000	0.64%	98	343 000	0.30%
1 chaussée	133	2 002 485	1.75%	267	934 493	0.82%
Desserte	635	6 353 240	5.56%	1 271	4 447 268	3.89%
Total	1 016	15 903 845	13.92%	2 252	7 880 939	6.90%

En seconde couronne (925 km²)

	Longueur de voirie (km)	Emprise voirie (m ²)	Taux d'emprise	Longueur de voies (km)	Surface occupée (m ²)	Tx d'occupation
Réseau principal	93	9 307 600	1.01%	443	1 550 906	0.17%
Réseau primaire et secondaire						
dont 2 chaussées	18	880 000	0.10%	63	221 827	0.02%
1 chaussée	488	7 321 725	0.79%	933	3 265 287	0.35%
Réseau tertiaire						
dont 2 chaussées	21	627 000	0.07%	84	292 600	0.03%
1 chaussée	826	12 385 830	1.34%	1 651	5 780 054	0.62%
Desserte	2 180	21 795 070	2.36%	4 359	15 256 549	1.65%
Total	3 625	52 317 225	5.65%	7 533	26 367 222	2.85%

4.2. L'espace consommé par les modes de transports

Après s'être penché sur l'espace occupé par les infrastructures de transport, il reste à explorer la piste de l'espace occupé par les véhicules eux-mêmes sur ces infrastructures. Nous avons repris pour ce faire le concept de consommation d'espace-temps, développé par Louis Marchand dans la fin des années 70 et qui retrouve un regain d'intérêt certain ces dernières années⁵⁰.

La consommation d'espace par personne et par mode i , exprimée en m^2 .heure, peut être distinguée suivant que les véhicules sont en stationnement ou en circulation :

espace de stationnement consommé

$$Cs_i = \frac{s_i h_i}{n_i}$$

s_i = surface nécessaire au stationnement du véhicule (m^2)
 h_i = durée du stationnement (h)
 n_i = taux d'occupation du véhicule (nombre de personnes)

espace de circulation consommé

$$Cd_i = \frac{d_i l_i k}{v_i n_i}$$

d_i = distance entre 2 véhicules, incluant la longueur d'un véhicule (m)
 l_i = largeur de la voie de circulation (m)
 k = longueur du déplacement (km)
 v_i = vitesse moyenne (km/h)
 n_i = taux d'occupation du véhicule (nombre de personnes)

4.2.1. L'espace consommé par les déplacements en transports collectifs sur le réseau de surface

Pour l'autobus, la surface occupée au repos est de $30 m^2$.h (Marchand, Schmider, 1977) pendant 12 heures par jour (source SLTC), soit un total de $360 m^2$.jour.

En circulation, la surface occupée est de $9 m^2$.heure par kilomètre parcouru (Marchand, Schmider, 1977). A Lyon le taux de remplissage moyen étant de 13,35 personne par bus⁵¹, la surface moyenne occupée par personne transportée sur 1 km est donc de $0,67 m^2$.heure.

L'enquête ménage permet d'estimer les distances parcourues sur le réseau de surface par personne suivant son lieu de résidence.

⁵⁰ Voir Louis Marchand, 1977, « Qu'est-ce que la mobilité », *Métropolis* n° 24-25, pp. 51-54, pour la première publication sur le thème ainsi que, pour le redémarrage actuel, Jean Vivier, 1997, *Coûts des déplacements en Ile-de-France. Eléments pour une politique d'investissement et de tarification*. RATP, Paris. 88 p. + annexes. On trouvera une bonne synthèse de la question pp. 53-77 de Frédéric Héran, 2000, *Transports en milieu urbain : les effets externes négligés*. La Documentation Française, collection Prédit. 117 p.

⁵¹ Cf. Infra, §1.2.3. : 455 218 335 passagers kilomètres pour 34 088 691 véhicules kilomètres sur le réseau de surface en 1995 donnent un taux de remplissage des autobus de 13,35 personnes/véhicule.

Tableau 41 : Consommation d'espace.temps des transports collectifs, ramenée par personne suivant son lieu de résidence dans l'agglomération lyonnaise (m²/h)

	Nb de déplacements TC par jour	Distance moyenne (km/dep)	sur le réseau de surface (%)	Espace consommé par personne		
				circulation	stationnement	total
<i>centre</i>	0,62	3,95	50,2 %	0,83	0,15	0,98
<i>1^{ère} couronne</i>	0,48	5,84	76,4 %	1,45	0,27	1,72
<i>2^{ème} couronne</i>	0,20	8,75	81,7 %	0,98	0,18	1,16
<i>ensemble</i>	0,46	5,11	65,5 %	1,03	0,19	1,22

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

Deux résultats méritent d'être soulignés :

1) Concernant les variations de consommation d'espace selon le lieu de résidence, car on constate un pic pour les personnes de 1^{ère} couronne. Les niveaux plus bas du centre et de la 2^{de} couronne n'appellent cependant pas des explications symétriques. Les Lyonnais et Villeurbannais (zone « centre ») ont un recours aux TC beaucoup plus important que les autres habitants de l'agglomération. Les distances parcourues par déplacement sont plus faibles (-23% par rapport à la moyenne) et sont de plus réalisées à 50% en métro, qui ne consomme pas d'espace en surface. A l'autre extrême les résidents de 2^{de} couronne, lorsqu'ils utilisent les TC, parcourent de longues distances (71% de plus qu'un déplacement TC moyen), essentiellement en surface (plus de 80% des kilomètres). Par contre leur recours à ce mode est très faible (0,2 déplacement par jour, soit plus de deux fois moins que la moyenne), ce qui fait largement retomber leur consommation d'espace.temps. Les résidents de 1^{ère} couronne se trouvent dès lors mis en avant : leur nombre de déplacement quotidien correspond à la moyenne, mais les distances parcourues par déplacement et un usage prédominant du réseau de surface (respectivement +14% et +17% par rapport à la moyenne) permettent de comprendre qu'ils consomment plus d'espace.temps en transports collectifs que les autres résidents de l'agglomération.

2) Une deuxième remarque concerne la relativement faible occupation d'espace de stationnement par rapport à l'espace de circulation (4 fois moins environ). Ce résultat s'oppose nettement au cas de la voiture particulière (Cf. supra) et s'explique essentiellement par le fait qu'un bus est en service 12 heures sur 24 alors qu'une voiture n'est utilisée qu'une heure par jour environ.

Ces estimations restent très globales. Elles ne prennent en compte que l'espace occupé en réseau de surface, hors métro. Nous n'avons par ailleurs pas les moyens d'affiner suivant la période horaire (heure de pointe, heure creuse de jour ou de nuit) et le type de liaison (centrale, périphérique, radiale). Il importe cependant de souligner que si un tel détail permettrait de bien mettre en lumière les différences existantes selon les lignes et les périodes, le risque serait de perdre de vue les liaisons fortes qui peuvent exister entre les dessertes performantes et celles qui le sont moins en matière de consommation d'espace : taux de correspondance entre les lignes radiales et centrales, départs en heure de pointe et retours en heure creuse, etc.

4.2.2. L'espace consommé par les déplacements en automobile

Pour l'automobile, les deux éléments présentés en début de partie sont à considérer de manière approfondie : consommation d'espace de circulation / en stationnement.

a) Une consommation d'espace de circulation différenciée selon la localisation du déplacement

Tout d'abord, en matière de consommation d'espace de circulation, la vitesse est déterminante car elle joue notamment sur les distances de sécurité entre les véhicules. Or elle peut varier sensiblement suivant le type de déplacement, ce qui affecte les résultats. Ce sont les types de liaison qui constituent ici la variable clé, bien plus que la période horaire, la congestion à Lyon n'apparaissant pas suffisante pour fournir des résultats différenciés (Graphique n°16, Tableau n°42).

Graphique n°16 : Variations des vitesses automobiles durant la journée au sein de l'aire d'enquête

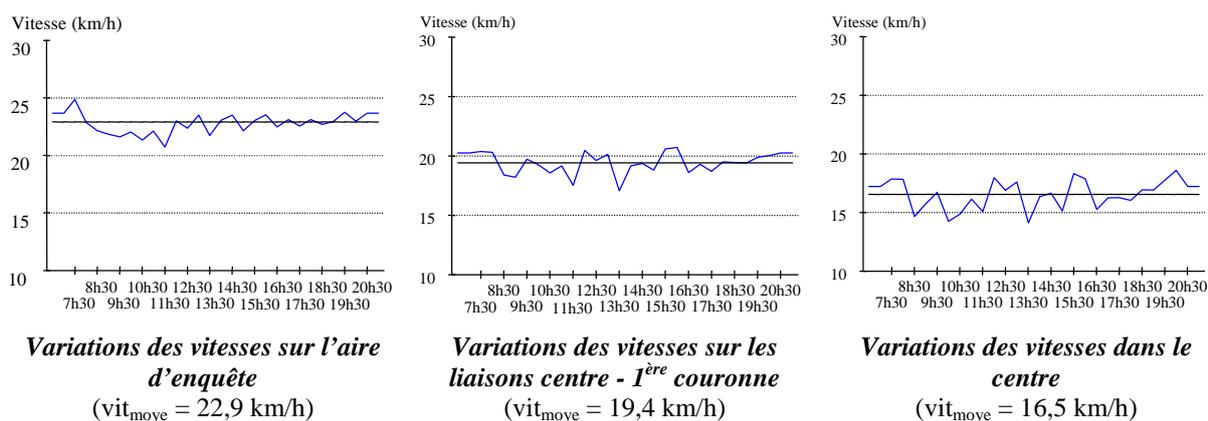


Tableau n°42 : Une forte variation des vitesses automobile suivant le type de liaison

Type de liaison	Distance (km)	Vitesse (km/h)	Variation de vitesse (base 100 = centre)
centre-centre	2,91	16,6	100,0
1 ^{ère} -1 ^{ère} couronne	2,96	18,8	113,6
2 ^{ème} -2 ^{ème} couronne	4,14	23,2	140,5
centre-1 ^{ère} couronne	6,30	22,8	137,6
centre-2 ^{ème} couronne	12,25	26,4	159,5
1 ^{ère} -2 ^{ème} couronne	8,80	29,0	175,1
ensemble	5,38	22,9	138,0

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

Sur la base de ce constat, nous avons préféré distinguer la localisation spatiale du déplacement plutôt que l'heure à laquelle il a été réalisé. Ceci conduit dès lors à l'estimation de l'espace de circulation consommé en rajoutant quelques informations supplémentaires :

- La longueur et la vitesse correspondent à celles qui ont été établies pour chaque déplacement ;
- La largeur de la voie de circulation est estimée à 3,5 mètres ;
- La distance entre 2 véhicules est calculée avec une longueur moyenne de 4 mètres par véhicule et une distance de sécurité avec le véhicule précédent laissant un intervalle de 2 secondes de réaction - soit $d_i = 4 + v_i * 2$, la vitesse v_i étant exprimée en m/s (une vitesse de 15 km/h=4,17m/s conduit ainsi à une distance de $4+(4,17*2)=12,33m$) ;

- Enfin les taux d'occupation des véhicules étant difficiles à établir de manière désagrégée au niveau de chaque déplacement, nous les avons calculés globalement au niveau de chacun des 6 types de déplacements retenus.

Tableau n°43 : Taux de remplissage et consommation d'espace par déplacement automobile suivant le type de liaison

Type de liaison	Taux de remplissage (nb pers/vp)	Consommation d'espace en m ² .h/pers.	
		par déplacement	par km parcouru
centre-centre	1,28	6.34	2.18
1 ^{ère} -1 ^{ère} couronne	1,21	6.58	2.22
2 ^{ème} -2 ^{ème} couronne	1,24	8.51	2.05
centre-1 ^{ère} couronne	1,28	12.59	2.00
centre-2 ^{ème} couronne	1,27	23.87	1.95
1 ^{ère} -2 ^{ème} couronne	1,29	16.56	1.88
Ensemble	1,26	10.86	2.02

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

Ces consommations d'espace distinguées par type de déplacement conduisent alors à des résultats par automobile et par personne sensiblement différents suivant le lieu de résidence, dans un rapport de 1 à 1,5 lorsque ces consommations sont calculées par automobile et dans un rapport de 1 à plus de 2 lorsqu'elles sont ramenées par habitant (Tableau n°44). Le type d'habitat joue donc un rôle essentiel pour expliquer l'espace nécessaire pour se déplacer. Les différences obtenues suivant le lieu de résidence restent cependant sans surprise dans le sens où l'observation classique de la mobilité conduit aux mêmes résultats : entre le centre et la 2^{ème} couronne, on passe d'une mobilité automobile de 1,6 déplacements et 7,1 km à respectivement 2,5 déplacements et 15,2 km par jour et par personne.

Tableau n°44 : Consommation d'espace pour se déplacer en automobile par personne suivant son lieu de résidence dans l'agglomération lyonnaise

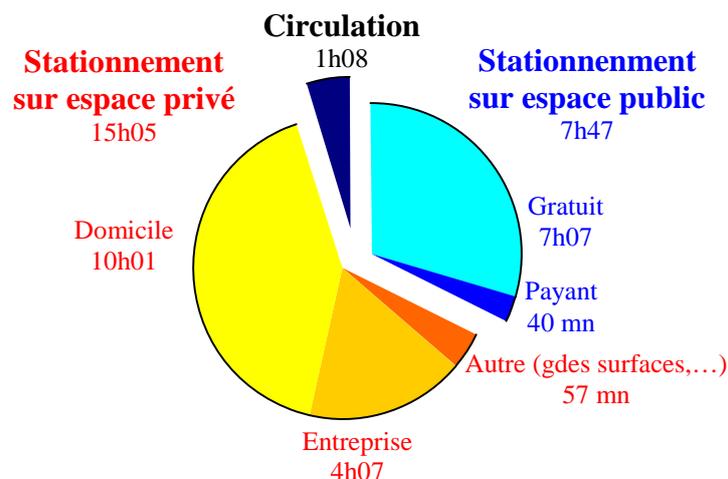
	Esp. Circulation consommé (m ² .h)	Nombre d'automobiles	espace/VP (m ² .h)	population totale	espace/résident (m ² .h)
centre	6 079 009	173 422	35.1	569 535	10.7
1 ^{ère} couronne	5 308 219	130 793	40.6	341 160	15.6
2 ^{ème} couronne	8 336 081	162 238	51.4	370 073	22.5
ensemble	19 723 310	466 453	42.3	1 280 768	15.4

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

b) Le stationnement comme composante essentielle de la consommation d'espace des automobiles

Par ailleurs, le stationnement est une composante essentielle de l'espace consommé par l'automobile. En effet, même si une voiture prend plus de place en roulant qu'à l'arrêt elle circule moins de 5% du temps (4,7% suivant l'enquête ménages lyonnaise). Il existe donc un enjeu important à évaluer correctement les durées de stationnement, ainsi que le type d'espace utilisé, voirie publique ou lieu privé, espace gratuit ou payant. Le Graphique n°17 montre bien que si l'utilisation d'espaces privatifs ou publics payants pour garer sa voiture reste prédominante, une automobile moyenne à Lyon stationne pendant 7 heures sur de l'espace public gratuit, soit 31% du temps de stationnement.

Graphique n°17 : Les usages de l'espace par une automobile : durées moyennes de stationnement et de circulation dans l'agglomération lyonnaise



Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

Cette première vision, globale, permet de bien se rendre compte d'une part du peu d'importance du temps d'usage effectif de l'automobile et d'autre part de la prédominance du stationnement sur des espaces privés par rapport aux espaces publics (qui constituent malgré tout 31 à 33% du temps de stationnement, selon que l'on ne considère que l'espace gratuit ou la totalité de l'espace public). Elle mérite cependant d'être approfondie selon le lieu de résidence des automobilistes (Tableau n°45), surtout si on la met en regard avec la durée de circulation selon le lieu de résidence.

Tableau n°45 : Durées moyennes de stationnement et de circulation des automobiles dans l'agglomération lyonnaise en fonction du lieu de résidence

	centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{ème} couronne
Circulation	1h05	1h04	1h17
stat. - espaces publics	10h25	7h17	4h56
stat. - espaces privés	12h30	15h39	17h47
Durée totale	24h00	24h00	24h00

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

Une automobile de 2^{ème} couronne circule légèrement plus que ses cousines du centre et de 1^{ère} couronne. Cependant, la distinction se fait surtout sur les types d'espace de stationnement utilisés. Alors que dans le centre, le recours à l'espace public représente 45% du temps de stationnement, il tombe à 22% en 2^{ème} couronne. La baisse des coûts du foncier en périphérie facilite son acquisition par les acteurs privés ; dans le centre, la puissance publique pallie les contraintes foncières en dédiant de l'espace au stationnement dont peuvent profiter les automobilistes. La gestion de cet espace public constitue dès lors un instrument essentiel de la politique des transports en centre urbain, encore peu utilisé comme semblent le montrer les chiffres dont nous disposons : 92,7% du temps de stationnement des automobiles du centre se fait sur de l'espace public gratuit, 94,7% pour celles de 1^{ère} couronne et 96,1% pour celles de 2^{de}.

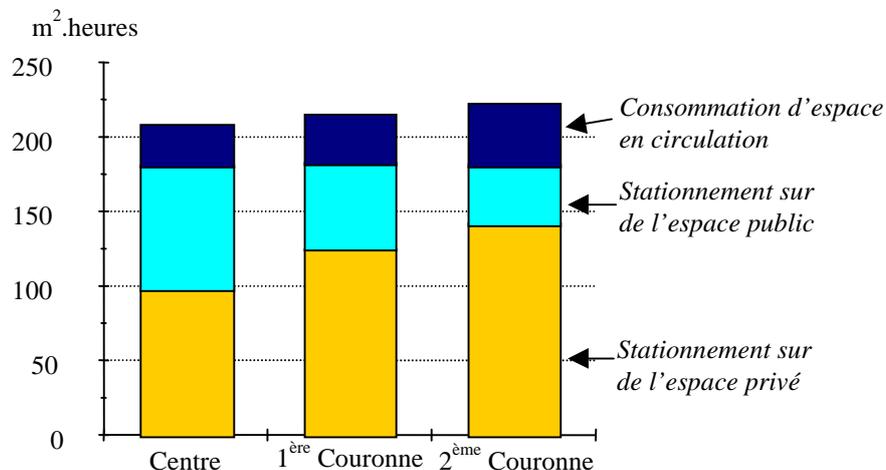
Si nous revenons au calcul de la consommation d'espace à partir de la formule initiale, l'occupation liée au stationnement d'un véhicule est dès lors la suivante :

Tableau n°46 : Consommation quotidienne d'espace de stationnement par les automobiles dans l'agglomération lyonnaise

	Stat. d'un véhicule (m ²)	Tx d'occupation (nb pers/veh)	Durée de stationnement (h)		Espace consommé (m ² .h)	
			Esp. public	Esp. privé	Esp. public	Esp. privé
Centre		1,27	10h25	12h30	82	98
1 ^{ère} couronne	10 m ²	1,26	7h17	15h39	58	125
2 ^{ème} couronne		1,25	4h56	17h47	39	142
ensemble	10 m ²	1,26	7h47	15h05	62	119

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

La quantité d'espace consommé par véhicule est, à peu de chose près, identique quel que soit le lieu de résidence du propriétaire (Graphique n°18). Les variations d'espace de circulation sont sensibles, allant de 28 à 41 m².h entre le centre et la 2^{ème} couronne mais, compte tenu de l'importance du stationnement, les différences globales sur une journée restent inférieures à 7% entre le centre et la seconde couronne. La segmentation notable introduite par la distinction entre centre, 1^{ère} et 2^{ème} couronnes s'opère dès lors essentiellement sur le type d'espace utilisé lors du stationnement : essentiellement privé (80%) pour les véhicules de 2^{de} couronne, avec un fort recours à l'espace public (45%) pour ceux du centre et ceux de 1^{ère} couronne occupant une position intermédiaire (32% du stationnement se fait sur de l'espace public).

Graphique n°18 : Consommation quotidienne d'espace d'une automobile suivant la localisation résidentielle de son propriétaire dans l'agglomération lyonnaise

4.2.3. L'espace consommé par les autres déplacements

Pour compléter les résultats obtenus pour l'automobile et les transports collectifs, nous avons calculé l'espace consommé pour se déplacer en deux-roues et à pied en reprenant les estimations fournies par Marchand et Schmitter.

Une personne se déplaçant à pied consommerait en moyenne 0,4 m².h par kilomètre parcouru. Sur l'aire de l'enquête ménages de Lyon en 1995, 860 000 kilomètres étaient quotidiennement réalisés à pied, dont 58% par les résidents du centre, 23% par ceux de 1^{ère} couronne et 19% par ceux de 2^{de}. Compte tenu des populations de chacune de ces zones, cela conduit à une consommation quotidienne moyenne de 0,29 m².h dans l'agglomération, avec de sensibles

variations suivant le lieu de résidence : 0,37 m².h dans le centre, 0,27 en 1^{ère} couronne et 0,18 en 2^{ème} – soit un rapport de 1 à 2 entre centre et périphérie.

Pour les deux-roues, il est nécessaire de distinguer entre motorisés et non motorisés. Marchand et Schmider estiment qu'une bicyclette occupe 1,5 m².h au repos et 1,5 m².h par kilomètre parcouru. Pour les deux-roues motorisés nous prendrons respectivement 2 m².h et 2,5 m².h. Ces chiffres peuvent sans doute être discutés⁵² mais nous avons considéré qu'ils restaient suffisants compte tenu de la faiblesse des enjeux représentés par les résultats obtenus (les deux-roues représentent 1,2% de la distance parcourue totale sur l'aire de l'enquête-ménages de Lyon, et 1,0% de l'espace total consommé par les transports).

Tableau n°47 : Consommation d'espace pour se déplacer en deux-roues par personne suivant le lieu de résidence dans l'agglomération lyonnaise

	Espace consommé par les bicyclettes		Espace consommé par les deux-roues motorisés	
	circulation	stationnement	circulation	stationnement
Centre	0.07	0.33	0.20	0.32
1 ^{ère} couronne	0.09	0.30	0.17	0.27
2 ^{ème} couronne	0.21	0.47	0.28	0.59
ensemble	0.12	0.37	0.22	0.39

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

4.2.4. Synthèse : la part prépondérante de l'automobile dans l'espace consommé par les Lyonnais pour se déplacer

Les calculs qui viennent d'être effectués peuvent être regroupés pour se rendre compte de l'espace consommé par les Lyonnais pour se déplacer, suivant leur localisation résidentielle et les modes qu'ils utilisent. La consommation d'espace public nous a semblé plus pertinente à retenir, dans la mesure où les mécanismes de marché régulent déjà largement l'usage que chacun fait de ses espaces privés.

Tableau n°48 : Consommation individuelle quotidienne d'espace public pour se déplacer suivant le lieu de résidence dans l'agglomération lyonnaise (en m².h)

	VP		TC	Autres modes (circ.+stat. hors domicile)		Total
	circulation	stationnement		MAP + bicyclette	2 roues motorisés	
Centre	10,7	31,7	0,83	0,53	0,28	44,0
1 ^{ère} couronne	15,6	27,9	1,45	0,44	0,24	45,6
2 ^{ème} couronne	22,5	21,6	0,98	0,50	0,43	46,0
ensemble	15,4	27,8	1,03	0,50	0,32	45,0

Source : LET, à partir de l'EM Lyon de 1995

Ce tableau de synthèse permet de faire ressortir les principaux enseignements de cette partie consacrée à la consommation d'espace des différents modes.

Tout d'abord, on constate que l'espace public consommé quotidiennement pour permettre la réalisation de ses déplacements reste à peu près identique, quelle que soit la localisation résidentielle : environ 45 m².h par personne et par jour.

⁵² Par exemple, Frédéric Héran (2000) souligne qu'un stationnement rationalisé des bicyclettes conduit à une surface de 0,7 m².h au repos. Par ailleurs les chiffres proposés pour les deux roues motorisés reposent sur une estimation qui reste à valider.

Autre évidence, l'automobile constitue la part prédominante de l'espace public consommé par chaque Lyonnais pour ses déplacements (en moyenne 96%) et ce, là encore, qu'il habite dans le centre ou en périphérie. Par contre des différences importantes apparaissent lorsque l'on se penche sur la manière dont cet espace est utilisé. Un résident du centre consomme pour circuler deux fois moins d'espace qu'une personne de 2^{ème} couronne : on retrouve là une variation normale puisque entre ces deux zones la mobilité automobile passe de 1,6 à 2,5 déplacements et, surtout, de 7,1 à 15,2 km par jour et par personne. Il y a par contre "compensation" en terme de consommation d'espace public du fait que les résidents du centre ont plus difficilement accès à des lieux de stationnement privés et utilisent donc largement voirie et parkings publics gratuits pour garer leur voiture. En périphérie, on dispose de plus d'automobiles (0,47 voiture par personne en 2^{ème} couronne, contre 0,33 dans le centre) mais les coûts du foncier permettent beaucoup plus facilement de les entreposer dans des espaces privés.

Les autres modes apparaissent beaucoup moins consommateurs d'espace que l'automobile. Ils représentent dans l'agglomération lyonnaise 47% des déplacements, 26% des distances parcourues et 4% de l'espace public consommé pour permettre à chacun de réaliser sa mobilité quotidienne.

Concernant les transports collectifs, nous n'avons retenu que l'espace de circulation, les périodes de repos s'effectuant en dépôt (12h par jour) et n'utilisant pas d'espace public. Par ailleurs, la faible consommation d'espace par les résidents du centre tient, nous l'avons vu, à leur forte utilisation du métro (50% des distances qu'ils parcourent en TC n'ont du coup pas été prises en compte ici) alors que leur usage des transports publics est le plus développé (0,62 déplacement et 2,45 km par jour et par personne contre 0,46 déplacement et 2,35 km en moyenne dans l'agglomération).

La bonne performance des bus en matière d'occupation de l'espace dépend essentiellement de leur taux de remplissage. Avec 13,3 personnes par bus en moyenne, les TC lyonnais conduisent à un taux d'occupation de l'espace de 0,67 m².h par kilomètre parcouru par passager, soit presque 3 fois moins que dans le cas d'un déplacement automobile. Cependant cette comparaison est à considérer avec recul : la prendre telle quelle pour justifier du développement de l'offre des transports collectifs pourrait tout à fait faire chuter les résultats, notamment en périphérie, où l'automobile apparaît comme le mode le plus performant. A contrario une politique permettant d'attirer une nouvelle clientèle sans démultiplier l'offre peut avoir des résultats spectaculaires en matière de consommation d'espace – comme d'émissions d'ailleurs. Mais de fait, la réflexion se pose d'abord en terme de choix d'urbanisme, bien avant de se porter sur la concurrence modale.

Les autres modes constituent également une part marginale de l'espace public consommé par les Lyonnais pour se déplacer. Il convient de souligner la place à part de la marche à pied, qui constitue plus de 40% des déplacements des résidents du centre et encore 20% de ceux de 2^{ème} couronne mais ne représente que respectivement 8,7% et 2,5% de leurs distances parcourues ainsi que 0,8 et 0,4% de leur consommation d'espace.

4.3. Conclusion

Les consommations d'espace par les infrastructures et par les différents modes peuvent finalement être rapprochées pour établir un taux d'utilisation des espaces dédiés à la mobilité.

Les consommations d'espace public par personne et par jour (Tableau n°48) ont été pondérées par les populations respectives du centre, de la 1^{ère} et de la 2^{ème} couronnes, puis divisées par 24 pour revenir à des consommations horaires moyennes. Elles ont ensuite été rapportées aux emprises de voirie (voir Graphique 15 et Tableau 39).

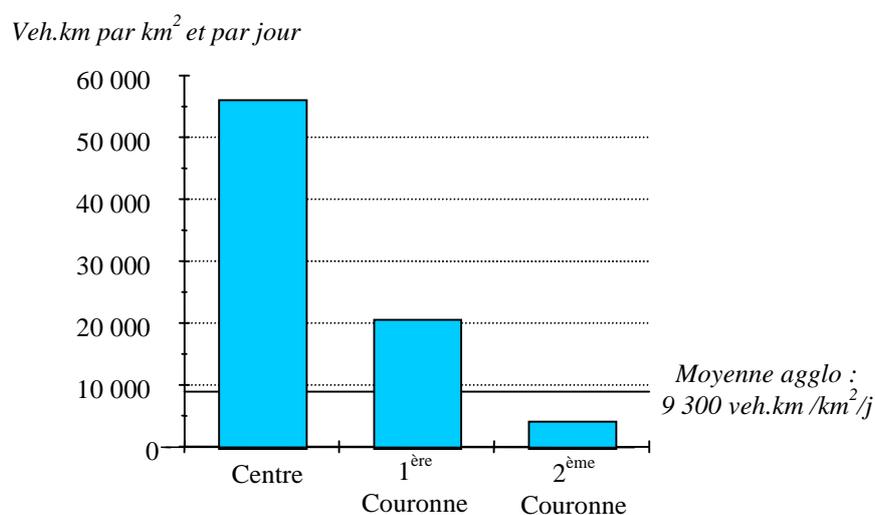
Dans l'agglomération, pour chaque m² réellement consommé pour se déplacer, il y en aurait 30 d'utilisés par les infrastructures. Ce taux d'usage se révèle très différencié selon la zone : il serait de 1 pour 10,7 dans le centre, de 1 pour 22,1 en 1^{ère} couronne et de 1 pour 65,4 en 2^{ème} couronne. Même si des approximations ont été faites tout au long de leur construction, ces chiffres rappellent bien là encore que l'habitat diffus de périphérie est plus consommateur d'espace que celui du centre. Ils ne permettent par contre pas d'établir un point extremum à partir duquel la concentration des déplacements sur l'espace qui leur est dédié devient trop importante et source de nouvelles nuisances (congestion, promiscuité, surémissions et surexpositions).

5. CONCLUSION

La problématique de l'impact environnemental des transports au sein d'une agglomération tourne largement autour des contradictions qui apparaissent entre centre et périphérie. D'un côté un centre trop dense concentre flux et populations, avec des conséquences négatives importantes au niveau local et immédiat. De l'autre des périphéries à l'habitat diffus, où les nuisances se trouvent diluées sur des espaces plus vastes, mais où les enjeux sont encore devant nous du fait des croissances attendues des trafics dans ces zones et des tensions qui devraient s'accroître en matière d'occupation de l'espace et de pollutions globales et régionales.

Une première image permet de résumer le problème de la concentration des émissions en centre ville (Cf. §1.4.) en reprenant simplement l'intensité des trafics automobile dans chaque zone, mesurée en véhicules.km/km² : sur chaque km² de la zone centrale les voitures des Lyonnais parcourent chaque jour 56 000 km, pour 20 500 veh.km/km² en 1^{ère} couronne et 4 000 en 2^{ème}.

Graphique 19 : Densité du trafic automobile selon la zone



Ce graphique a une portée globale dans la mesure où le système de transport dans une agglomération comme Lyon est d'abord basé sur l'automobile qui représente 53% des déplacements et 74% des distances parcourues. Les transports collectifs et la marche à pied suivent, avec respectivement 13,3 et 32% des déplacements ainsi que 19,1 et 5,2% des distances parcourues. Cette présence forte de l'automobile s'accroît encore lorsqu'elle est mesurée en terme d'occupation de l'espace puisqu'elle représente 96% de l'espace public consommé par les différents modes en circulation ou en stationnement.

Soulignons que ces résultats seraient certainement encore plus contrastés si l'on raisonnait sur l'ensemble de l'aire urbaine au lieu du périmètre de l'enquête ménage.

Les variations de densité des trafics selon la zone permettent dès lors d'envisager les différentes dimensions de l'espace occupé par la voiture.

- On retrouve les amplitudes de variation des émissions de polluants atmosphériques calculées en 1^{ère} partie, dans un rapport de 1 en 2^{ème} couronne à plus de 15 dans le centre. Concernant l'impact local des polluants, ces chiffres peuvent être cependant en partie relativisés compte tenu des fortes baisses attendues des émissions unitaires des véhicules alors que les trafics à l'intérieur de la zone centrale ne devraient guère évoluer. Les enjeux se jouent dès lors en partie sur la capacité des technologies à réaliser les objectifs attendus mais également sur la manière dont va évoluer la sensibilité collective face aux questions de pollution de l'air.
- On comprend également avec ce graphique pourquoi 20% de la surface du centre est consacrée à la voirie (tous modes) pour seulement 5,5% en 2^{ème} couronne. Les effets de coupure sont sans doute plus fréquents dans le centre (0,76 km de voirie à 2 chaussées au km²) et en 1^{ère} couronne (0,63 km/km²) qu'en 2^{de} couronne (0,14 km/km²), sans qu'il soit vraiment possible d'en inférer les niveaux d'impact relatifs car ils s'exercent sur des espaces de nature différente. Par contre la part d'espace public dédiée à la mobilité apparaît beaucoup mieux utilisée dans le centre qu'en périphérie, avec 10,7 m² offert par m² consommé à Lyon et Villeurbanne, contre 22,1 et 65,4 en 1^{ère} et 2^{ème} couronnes.
- Enfin, même si nous n'avons pas construit d'indicateur de bruit, il apparaît difficile d'évacuer cette nuisance. Les densités de trafic ne permettent pas de déduire directement des niveaux d'émission. Les vitesses sont sensiblement différentes entre le centre (16,5 km/h en moyenne) et la périphérie (29 km/h pour les échanges entre 1^{ère} et 2^{ème} couronne) et jouent un rôle important dans les émissions sonores ; la topographie et le bâti affectent également la propagation du bruit. On se rend bien compte cependant que la présence sonore de l'automobile est beaucoup plus systématique en zones denses. Par contre les hausses de trafics sont plutôt attendues en périphérie et les progrès en matière de bruit restent beaucoup plus limités que pour les émissions de polluants atmosphériques.

Cependant, ces nuisances des trafics à l'évidence plus fortes dans le centre ne permettent pas pour autant de militer pour un développement diffus de la ville, sur le modèle d'un habitat de 2^{de} couronne.

Tout d'abord, si les variations des niveaux sont importants, cela ne présage pas des niveaux eux-mêmes, qui restent suffisamment supportables pour que 45% de la population accepte de continuer à vivre sur 5,7% du territoire de la dernière enquête-ménages lyonnaise.

Ensuite, si l'on a vu que le système des transports urbains lyonnais est d'abord basé sur l'automobile, il existe des gradations fortes suivant les zones. Le mode de vie en périphérie est dépendant de l'automobile (en 2^{ème} couronne elle représente 69% des déplacements et 81% des distances) alors que la ville centre permet une mobilité beaucoup plus diversifiée : 41% des déplacements sont effectués à pied, 41% en voiture, 16,5% en transports collectifs, soit respectivement 8,7, 66 et 24% des distances. De ce fait un résident de 2^{ème} couronne parcourt deux fois plus de kilomètres en automobile et émet 1,5 (hydrocarbures) à 2,2 (particules) fois plus de polluants qu'un habitant du centre.

Si les contraintes en matière de gaz à effet de serre doivent s'intensifier, si il existe des risques de tension à terme sur les marchés du pétrole, si l'impact sanitaire des pollutions de fond (notamment en ozone) venait à être revu à la hausse, alors un développement urbain trop extensif ne pourrait être privilégié. Du point de vue des déplacements il correspond non seulement à un modèle relativement consommateur d'espace et d'énergie, mais également sans grande alternative modale, ce qui le rend difficilement adaptable face aux risques de renforcement des contraintes globales.

CHAPITRE 4

LA PRISE EN COMPTE DES ASPECTS ECONOMIQUES

INTRODUCTION

L'objet de ce quatrième chapitre est de présenter la construction des éléments qui nous ont permis d'apprécier les contraintes économiques pesant sur le système des déplacements urbains.

En 1995, chaque ménage français auraient consacré environ 28 600 francs pour se déplacer⁵³. Ceci correspond à 15,4% de leur revenu, chiffre qui est resté assez stable tout au long de la décennie, et en fait leur 3^{ème} poste de dépenses après le logement (22%) et l'alimentation (18%). L'automobile représente l'essentiel du budget transport, avec 84% des dépenses qui lui sont dévolues.

Au niveau national la dépense totale des ménages en matière de transports s'est élevée à 654 milliards de francs en 1995. Dans le même temps la puissance publique (Etat et collectivités territoriales) a dépensé 202 milliards pour que le système de transport puisse fonctionner et se développer. Ce dernier chiffre est cependant à interpréter avec précaution, puisque d'une part il conviendrait de retrancher environ 110 milliards de TIPP versées par les automobilistes pour éviter les doubles comptes et d'autre part une partie de cette dépense est liée à l'activité économique et au secteur productif qui ne sont pas considérés ici.

Mais cela suffit dans ce propos introductif pour mettre en évidence le poids économique important de la mobilité, la prédominance de l'automobile et l'implication financière très forte des ménages par rapport à la puissance publique, même si les sommes manipulées par cette dernière restent non négligeables.

Le contexte particulier d'une agglomération, avec ses contraintes d'espace, avec un niveau d'équipement et de mobilité automobile différents de la moyenne nationale, avec ses dépenses pour un certain niveau d'offre de transports collectifs, conduit à penser que ces chiffres globaux, même s'ils fixent des ordres de grandeurs, ne peuvent pas être repris tels quels de manière satisfaisante. Le coût d'un système de transports est propre à chaque agglomération, pour un service rendu qui peut être très différent selon les cas, comme nous l'avons vu au chapitre introductif entre l'Ile-de-France et la région lyonnaise.

Il apparaît donc nécessaire de se doter d'un outil comptable qui permette de connaître les grandes masses financières en jeu à un niveau local, suivant les dépenses des divers acteurs (ménages, entreprises collectivités territoriales et Etat), entre les coûts d'investissement et de fonctionnement des différents modes, essentiellement transports collectifs et voiture particulière en l'occurrence. Cet outil existe en France, avec les comptes déplacements qui se généralisent progressivement dans le cadre des plans de déplacements urbains des grandes agglomérations ou des schémas régionaux de transport : outre l'Ile-de-France qui dispose d'un tel compte actualisé tous les ans depuis 1981, les régions Nord-Pas-de-Calais (1987) et

⁵³ Chiffres établis à partir des données INSEE, 2000, *Les transports en 1999, 37^{ème} rapport de la Commission des comptes des transports de la nation*. Coll. Synthèse n° 40-41. Toutes les sommes indiquées sont en francs 1995.

Rhône-Alpes (1996), la Réunion (1992), les agglomérations de Strasbourg (1989), Saint-Etienne (1996), Bordeaux (1998) et Nîmes (1999) s'en sont également doté.

Cet outil n'existe malheureusement pas sur Lyon et il a été nécessaire d'en jeter les bases pour les besoins de notre étude. Sans entrer dans le détail et le degré de précision d'un véritable travail comptable, nous avons malgré tout pu reconstituer les sommes en jeu à l'aide des différents acteurs locaux qui se sont prêtés à l'exercice.

Cependant ce type de démarche, même appliqué au niveau local, reste attaché à une logique macro-économique. Or, comme nous le verrons, 70% de la dépense totale en matière de déplacements relève directement de dépenses privées, pour lesquelles les enquêtes-ménages permettent de disposer d'un niveau de finesse beaucoup plus important. La compréhension des logiques de constitution des coûts y gagne d'autant. On peut retrouver qui dépense combien en fonction de son niveau de revenu et de son lieu de résidence, suivant sa mobilité et son intensité d'usage des différents modes de déplacement. Pousser l'analyse dans ce sens permet de plus de fournir des outils utiles pour la réflexion en terme d'équité sociale du chapitre suivant.

Il apparaît donc intéressant de développer une analyse qui prenne en compte les deux points de vue, bien distincts, des ménages et de la collectivité. Les indicateurs à mettre en œuvre doivent permettre cette double perspective. Avant de présenter les résultats obtenus, l'objet de ce chapitre est en premier lieu d'exposer la manière dont les chiffres ont été reconstitués.

Pour plus de clarté la présentation de la méthodologie de calcul des dépenses privées est séparée en trois grands blocs, avec les dépenses liées aux transports individuels, celles consacrées aux transports collectifs puis enfin les autres dépenses (deux-roues notamment). Suivent deux parties qui se penchent l'une sur les dépenses publiques (Etat et collectivités territoriales) et l'autre sur celles des acteurs restants, notamment les entreprises. L'ensemble du travail permet dès lors de reconstituer les grandes lignes d'un compte déplacements lyonnais. Enfin, pour s'assurer de la robustesse des résultats, une dernière partie est consacrée à tester différentes options de calcul au niveau des hypothèses les plus susceptibles d'être discutées. La conclusion sera enfin l'occasion de bien mettre en évidence les principaux résultats qui auront émergés tout au long des différentes parties.

Dès cette introduction, quelques compléments méthodologiques concernant l'enquête-ménages peuvent être apportés. Cette enquête a constitué un outil précieux pour mesurer les coûts de la mobilité individuelle. Complétée par l'approche plus globale des comptes déplacements, elle a permis de reconstituer les coûts de la mobilité urbaine des résidents de l'agglomération lyonnaise tout en disposant d'une possibilité d'analyse socio-économique fine des dépenses individuelles. Cependant deux limites demeurent qu'il a été nécessaire de corriger :

- Tout d'abord, les enquêtes-ménages ne permettent pas d'évaluer tous les coûts liés à la mobilité quotidienne des personnes sondées. Les dépenses liées à l'achat, à l'entretien et à l'assurance des véhicules restent hors du champ d'enquête. Il a été nécessaire d'aller rechercher l'information pertinente dans d'autres bases de données, notamment dans l'enquête Budget des Familles de l'INSEE.
- D'autre part, nous l'avons vu au 1^{er} chapitre, les déplacements repérés par l'enquête-ménages ne représentent que la moitié des trafics motorisés réalisés au sein de l'agglomération lyonnaise. Il importait de bien en tenir compte pour imputer

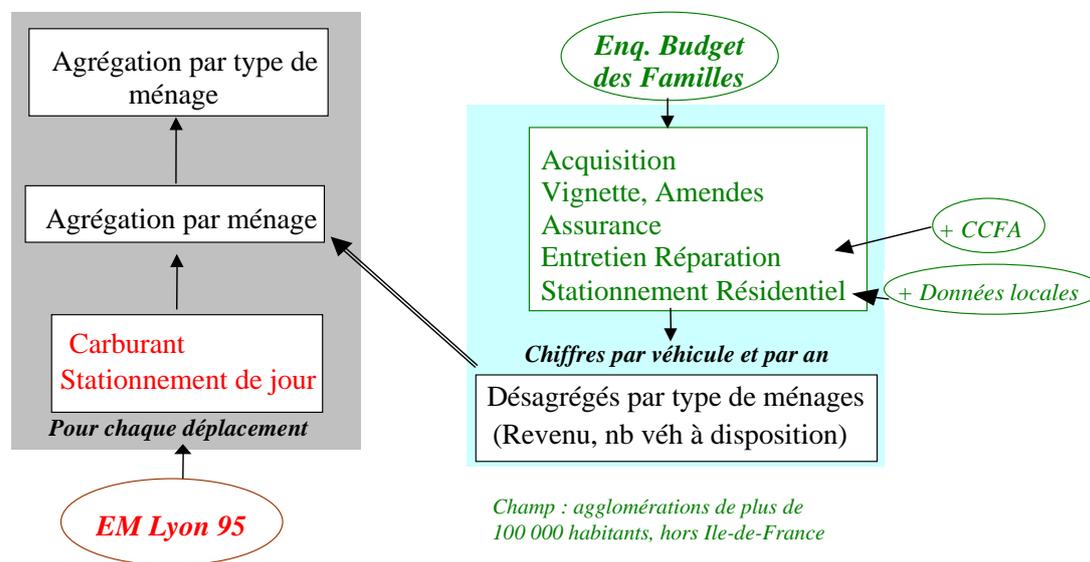
correctement les dépenses globales de la collectivité, au prorata des distances parcourues par chacun sur le territoire considéré.

1. LES DEPENSES DES MENAGES POUR L'AUTOMOBILE

Concernant les dépenses automobiles, l'enquête ménages fournit des indications sur le taux d'équipement des ménages et le stationnement (résidentiel et en journée). Le travail effectué au cours du chapitre précédent a également permis d'évaluer les consommations de carburant des véhicules. Par contre, de nombreux postes inscrits à un budget automobile restent vides : les dépenses d'acquisition, d'entretien et réparation, d'assurance, de taxes ne sont pas dans le champs de préoccupation des enquêtes ménages. De même les informations sur le stationnement résidentiel restent insuffisantes pour évaluer les coûts qui en découlent.

Pour compléter les données manquantes nous avons repris un travail effectué à partir de la dernière enquête Budget des Familles réalisée par l'INSEE en 1994-95 à partir desquelles peut être reconstitué un budget annuel des ménage consacré à chacun de leur(s) véhicule(s)⁵⁴. La présentation des calculs est reprise in extenso dans ce texte pour offrir au lecteur intéressé un ensemble méthodologique complet et cohérent. Les informations ainsi obtenues ont été distinguées par type de ménages en fonction de leur taux de motorisation et de leur revenu (la localisation résidentielle centre/périphérie n'étant pas reconstituable dans cette enquête, hors Ile-de-France) puis ont été affectées à chaque ménage de l'enquête lyonnaise suivant leurs propres caractéristiques. Des informations ponctuelles ont également été rajoutées en fonction des nécessités, qui seront présentées dans le corps du texte.

Graphique 20 : L'estimation des coûts des déplacements automobile à partir de l'enquête ménages de Lyon et de l'enquête budget des familles



⁵⁴ Jean-Pierre Nicolas, Pascal Pochet, *Estimation du budget transports des ménages à partir de l'enquête budget des familles 1994-1995*. Note de travail dans le cadre de la recherche « Inégalités de déplacements et équité sociale » réalisée pour le PUCA-Prédit, 2000. Les enquêtes Budget des Familles permettent de reconstituer la comptabilité des ménages à partir d'une décomposition en 900 postes de dépenses. Depuis 1979 elles sont conduites à un rythme quinquennal, en conservant une méthodologie cohérente : 1979, 1985, 1989 et 1995.

La dernière enquête que nous avons utilisée concerne un échantillon de 15 530 ménages, dont 9 636 avaient parfaitement répondu aux questions tant sur les revenus que sur les dépenses. C'est à partir des réponses de ces derniers que nous avons établi les chiffres proposés dans cette partie.

1.1. La détermination du revenu des ménages

Une des variables-clé qui a servi tout à la fois dans les analyses et pour mettre en cohérence les résultats des différentes bases concerne le revenu des ménages. Il apparaît donc important, en préalable, de bien avoir à l'esprit le type de travail de mise en forme qui a été mené, notamment en ramenant ces revenus à « l'unité de consommation » (Cf. ci-dessous), en les recomposant en 3 classes et en retraitant les non-réponses de l'enquête-ménages.

La dernière enquête lyonnaise a l'avantage de fournir des renseignements sur les revenus des ménages (à titre d'exemple, la précédente enquête réalisée à Lyon a fait l'impasse sur ce renseignement). L'intérêt de disposer de revenus est double pour notre objectif : d'une part classer les ménages selon leur niveau de vie et mettre en évidence des comportements et des contraintes différentes en matière de mobilité selon les types de ménages et les individus qui les composent, d'autre part estimer la part du budget allouée aux transports urbains.

Toutefois la qualité de l'information concernant cette variable déterminante n'est pas parfaite et ce pour deux raisons :

- Seul un revenu mensuel (intégrant les prestations sociales) en neuf classes a été recueilli, classes présentées dans le tableau 7.
- Les non-réponses ne sont pas rares puisqu'elles concernent 836 ménages sur 6001, soit 15% des foyers en chiffres redressés.

Hormis les non-réponses, la comparaison de la structure de revenus de la population lyonnaise offerte par l'enquête-ménages, avec celle établie au niveau national à la même date par l'enquête INSEE « Budget des Familles » de 1994-1995, met en évidence une légère sous-estimation des revenus à Lyon, qui se traduit par une structure plus marquée par les bas revenus, (moins de 5000 F, et de 7500 à 10000 F, et inversement, un peu moins orientée vers les revenus de plus de 15000 F (Tableau 1). Certes, les populations étant différentes les données sont difficilement comparables, mais on peut penser que l'agglomération lyonnaise n'est globalement pas plus pauvre que la moyenne française et donc que l'enquête-ménages sous-estime quelque peu les revenus.

Tableau 49 : Structure des revenus dans l'enquête-ménages (EML) de Lyon, et dans l'enquête Budget des Familles (BdF)

<i>Classes de revenu</i>	EML 1994-1995	BdF 1994-1995
<i>Moins de 2500 F</i>	3,4	2,5
<i>2500 – 5000 F</i>	10,7	9,4
<i>5000 – 7500 F</i>	15,0	15,4
<i>7500 – 10000 F</i>	17,4	14,2
<i>10000 – 12500 F</i>	13,0	13,1
<i>12500 – 15000 F</i>	11,0	11,2
<i>15000 – 20000 F</i>	13,7	15,8
<i>20000 – 30000 F</i>	10,8	12,7
<i>30000 - 50000 F</i>	4,5	4,7
<i>50000 F et plus</i>	0,5	1,1
<i>Total</i>	100,0	100,0

Pour classer les ménages selon leur niveau de vie (bas, moyens et hauts revenus), nous avons procédé en plusieurs temps, en utilisant le revenu par unité de consommation, seul indicateur à même d'établir un équivalent de niveau de vie entre des ménage de taille et de structure fort diverses.

Pour les ménages ayant fourni une classe de revenu, le revenu déclaré (pris comme étant égal au centre de la classe) a été divisé par le nombre d'unités de consommation (UC) du ménage, soit en pondérant les individus par les nouveaux coefficients proposés par l'INSEE : 1 pour le premier adulte, 0,5 pour les autres membres de plus de 14 ans, et 0,3 pour les personnes de moins de 14 ans (Hourriez, Ollier, 1997). Ces nouveaux coefficients sont moins élevés que les anciens, issus de l'échelle d'Oxford (1 pour le premier adulte, 0,7 pour les autres personnes de plus de 14 ans, et 0,5 pour les personnes de moins de 14 ans), car ces équivalences sous-estimaient les économies d'échelle au sein des ménages.

Pour mener des analyses sur la totalité de l'échantillon, les non-réponses ont été réaffectées à l'une des trois classes de revenu. L'affectation des non-réponses à l'une des trois classes s'est faite en fonction de la profession du chef et de celle de l'éventuel conjoint, avec la même probabilité d'appartenance à l'une des trois classes que celle des différentes professions ayant indiqué leur revenu. Une fois les non-réponses reclassées, les ménages se répartissent en bas revenus (32,1%), revenus moyens (35,8%) et hauts revenus (32,1%).

En revanche l'analyse du poste transport urbain dans le budget des ménages s'est limitée aux ménages ayant indiqué une classe de revenu, car autant le reclassement des non-réponses à une des trois classes de revenu ne pose pas de gros problèmes, autant l'affectation d'un revenu plus précis aux non-réponses nous a paru être générateur d'erreurs trop importantes.

Le calcul des parts de budget affectés au transport repose donc sur des estimations qui peuvent être plus ou moins précises, qu'il s'agisse des revenus (puisque'ils sont ramenés au revenu moyen de la classe), ou, comme nous le verrons par la suite, des dépenses des ménages. En particulier, cette légère sous-estimation des revenus aura pour conséquence une légère surestimation de la part du budget affecté au transport, et notamment à la part consacrée à la mobilité urbaine.

1.2. Le coût en carburant

Premier poste des dépenses liées à l'usage de la voiture, l'achat de carburant a été établi à partir de l'enquête ménages sur la base des consommations estimées pour chaque déplacement automobile.

Les quantités calculées dans le chapitre 3 correspondent à des masses de carburant. Pour retrouver la dépense monétaire, il a été nécessaire de revenir aux masses volumiques de l'essence et du gazole (Tableau 50) et de retrouver leur prix au litre en 1995 (Tableau 51).

Tableau 50 : Masses volumiques de l'essence et du gazole

	Masse volumique (kg/l)	
	Fourchette	Valeur retenue
Essence	[0,730 ; 0,780]	0,755
Gazole	[0,815 ; 0,855]	0,835

Tableau 51 : Prix et Taxation du carburant en 1995

	<i>Super Plombé</i>	<i>Super sans Plomb 98</i>	<i>Coût moyen retenu Essence ^(a)</i>	<i>Gazole</i>
<i>Hors Taxe</i>	1,03	1,15	1,12	1,07
<i>TVA sur prix HT ^(b)</i>	0,20	0,22	0,22	0,21
<i>TIPP+Autre</i>	3,86	3,59	3,66	2,15
<i>TVA sur Taxes ^(b)</i>	0,75	0,70	0,71	0,42
<i>Total TVA</i>	0,95	0,92	0,93	0,63
<i>Prix TTC</i>	5,84	5,66	5,74	3,85

^(a) calculé sur une estimation 1995 de 45% de super plombé et 55% de sans plomb.

^(b) TVA moyenne à 19,4% (18,6% sur les 8 premiers mois de l'année 1995, 21,6% ensuite)

A partir des Comptes Transport 1995

Globalement, ceci conduit à une estimation moyenne du coût du carburant de 53 ct/km TTC.

1.3. Les dépenses de stationnement

Il n'y a rien d'original à constater qu'une automobile passe beaucoup plus de temps à attendre son automobiliste qu'à le transporter à travers la ville : la dernière enquête nationale transport de 1993 indique qu'elle circulerait en moyenne 68 mn par jour et serait donc en stationnement les 95% du temps⁵⁵. Et à ce stationnement correspond évidemment un coût, mal cerné mais non négligeable si l'on en croit les réflexions en cours sur la mise en place d'un compte transports national : au niveau national, les ménages et les entreprises dépenseraient environ 50 milliards de francs chaque année en stationnement régulier (respectivement 34,8 et 16,7 milliards)⁵⁶, soit un ordre de grandeur inférieur, mais comparable, aux dépenses d'investissement en terme de voirie proprement dite.

Les données sur le thème du stationnement restent cependant très éparées, insuffisantes pour fournir une base statistique fiable et construire des chiffres solides. Tout au plus peut-on avancer des ordres de grandeur, comme celui indiqué par le groupe de travail sur le compte transports national.

Dans le cadre lyonnais qui nous intéresse ici, nous utiliserons le plus possible les chiffres locaux issus notamment de l'enquête-ménages, complétés de données nationales plus globales lorsque cela s'avère nécessaire. De même nous essaierons toujours, dans un premier temps, de descendre au niveau le plus fin possible : celui du déplacement tout d'abord, celui du ménage ensuite, à la journée, au mois ou à l'année, suivant le type de dépense considéré et le niveau de pertinence des données statistiques à disposition.

On distingue souvent le stationnement à domicile, au travail et dans la journée, chacun renvoyant à des logiques et des pratiques qui peuvent être très différentes. Côté offre, il faut différencier les emplacements sur voirie ou hors voirie, gratuits ou payants, publics ou privés (appartenant au ménage, à l'entreprise ou à un autre acteur).

⁵⁵ Garances Rennes, Jean-Pierre Orfeuill, « Les pratiques de stationnement au domicile, au travail et dans la journée », *Revue RTS* n°57, oct-déc 1997. pp. 21-35.

⁵⁶ Fabien Duprez, *Compte transport national de 1998, les dépenses de garage, box et parking des ménages et des entreprises*. Certu, document de travail, octobre 2000, 8 p. Les chiffres repris ici concernent les coûts pour un stationnement régulier (achat, location), hors stationnement ponctuel sur voirie ou en parking payant.

Dans le cas lyonnais, l'enquête-ménages permet assez bien de prendre en compte le stationnement hors du domicile ou de l'entreprise, lorsqu'il est gratuit ou payant à l'heure. Le coût des locations ou d'acquisition des emplacements de stationnement privés (garage, box, parking...) est par contre beaucoup moins bien saisi. Nous reprendrons dans ce cas des chiffres plus globaux à partir du travail sur le compte national transports déjà cité.

Soulignons que nous nous préoccupons dans cette partie des dépenses des ménages, celles des autres acteurs seront prises en compte plus loin.

1.3.1. Le stationnement payant

Dans l'enquête-ménages 1995 de Lyon, le nombre de non-réponses sur le lieu de stationnement étant quasiment nul, le taux de stationnement payant à l'issue d'un déplacement au volant d'une voiture peut être défini avec une très bonne précision. Il est de 2,91% (1,70% sur voirie et 1,21% en parking), ce qui peut apparaître très faible mais correspond bien à l'image que renvoient les enquêtes nationales transport (Cf. Rennes, Orfeuill, 1997, Op. Cit.).

Cette première observation peut cependant être affinée car suivant l'activité réalisée et sa localisation dans la ville, la pratique du stationnement payant est en fait extrêmement variée. Nous nous interrogerons ensuite sur le niveau de coût induit et sur les moyens de compléter les non réponses qui, avec la question des dépenses, deviennent tout à fait sensibles (de l'ordre de la moitié).

Une contrainte localisée, une pratique très liée à l'activité réalisée

Si respectivement seuls 0,36% et 1,10% des déplacements aboutissent à un stationnement payant en périphérie et en 1^{ère} couronne, le pourcentage se relève sur le territoire de Lyon et Villeurbanne pour atteindre 7,9%. La concentration du stationnement payant est en fait extrêmement forte puisque lorsqu'on ne considère que la zone centrale de Lyon constituée de la Presqu'île et du Vieux Lyon⁵⁷, on monte à un taux de 37%. Le niveau est toujours élevé si l'on rajoute le quartier de la Part-Dieu qui constitue l'autre pôle important de l'agglomération en matière de commerces et d'emplois : on reste à un taux de 32,0% de stationnement payant pour 50% de déplacements supplémentaires. A elles seules, ces deux zones concentrent de fait 47,9% du stationnement payant pour 4,3% des déplacements automobile pris en compte et réalisés à l'intérieur de l'aire de l'enquête ménages.

Dans la ville centre (Lyon-Villeurbanne) les achats et démarches conduisent assez souvent à du stationnement payant – dans 21% des cas. Les motifs « autres » et « loisirs » renvoient à un comportement du même type quoiqu'un peu moins prononcé, avec des taux respectifs de 17 et 12%. Le travail tombe déjà à 7%, les retours à domicile, accompagnements et déplacements pour les études restent très loin derrière, entre 2 et 3%. Cette hiérarchie se retrouve en hypercentre, avec des taux de stationnement payant beaucoup plus forts : 58% pour les achats et démarches, 48 et 38% pour les motifs « autres » et les loisirs, 25% pour le travail (Tableau 52). Par contre elle se trouve largement tirée vers le bas en 1^{ère} et 2^{ème} couronnes où le nombre de stationnements payants recensés devient trop faible pour en tirer des conclusions statistiquement significatives.

⁵⁷ Comme délimitations de la « Presqu'île », nous avons retenu ici la zone qui part de la Place des Terreaux et qui descend jusqu'à la gare de Perrache ; le « Vieux Lyon » est constitué des quartiers St Paul, St Jean et St Georges.

Tableau 52 : Le taux de stationnement payant, répartition selon la localisation et le motif

	<i>Hypercentre (Presqu'île+Part Dieu)</i>	<i>Lyon Villeurbanne (hors hypercentre)</i>	<i>1^{ère} et 2^{ème} couronnes</i>
<i>Nb statt payants</i>	304	231	99
<i>Taux de statt payant</i>	32,0%	4,0%	0,7%
<i>dont :</i>			
<i>Achats/Démarches</i>	58,3%	9,6%	1,5%
<i>Autres</i>	48,4%	10,6%	0,7%
<i>Loisirs</i>	38,3%	5,7%	1,0%
<i>Travail</i>	25,5%	3,6%	0,9%
<i>Domicile</i>	12,3%	1,7%	0,2%
<i>Accompagnements</i>	10,8%	2,2%	0,7%
<i>Etudes</i>	0,0%	3,3%	0,0%

A partir de l'EM Lyon 95

A quel prix ?

On peut ensuite se pencher sur les montants versés pour stationner. Notons tout de suite le rétrécissement de l'échantillon qui passe de 604 stationnements payants à 303 questionnaires où la somme payée est indiquée : outre que l'on ne sait pas si les 52% de non-réponses sont liées au niveau de paiement - ce qui impliquerait alors une déformation des résultats -, le faible effectif empêche de pousser très loin l'analyse.

De plus, deux cas doivent être distingués entre le stationnement occasionnel payé à l'heure (271 cas) et la location d'un emplacement pour un stationnement régulier (32 cas) que nous considérerons dans la partie suivante.

Retenons simplement que le *coût horaire moyen* calculé à partir de l'enquête ménages serait en 1995 de 3,21 fr/h dans le centre et de 1,58 fr en périphérie. Dans ce cadre, 54,7% des stationnements liés au motif travail sont remboursés partiellement ou totalement par l'entreprise alors que ceux liés à un autre motif ne sont pris en charge par un tiers que dans 11,7% des cas.

Pour compléter les données manquantes et avoir une idée des coûts liés à chaque déplacement automobile, nous avons dès lors retenu les principes suivants :

1/ Tous les stationnements payants ne comportant pas d'indication de coût ont été considérés comme payés à l'heure. Dans le centre ce coût est pris à 3,20 f/h, en périphérie à 1,60 fr.

2/ Si la durée du stationnement ne peut pas être calculée, on prend la moyenne établie à partir des données de l'enquête-ménages, soit 3h15 dans le centre et 4h30 en périphérie.

3/ Le coût du stationnement est finalement établi en multipliant le coût horaire par le nombre d'heures de stationnement arrondi à l'unité supérieure.

1.3.2. La location ou la possession d'un emplacement

La location ou la possession d'un emplacement permet, pour les ménages, de disposer la nuit d'un lieu de stationnement privilégié. L'enquête-ménages révèle une structuration de ces lieux de stationnement bien différenciée selon le lieu de résidence (Tableau 53).

Tableau 53 : Lieu de stationnement habituel la nuit dans l'agglomération lyonnaise

	Centre	1 ^{ère} Périphérie	2 ^{de} Périphérie	Ensemble
<i>Domicile</i>	48 %	69 %	83 %	66 %
<i>Espace public gratuit</i>	36 %	19 %	07 %	22 %
<i>Payant hors domicile</i>	15 %	10 %	08 %	11 %
<i>Autre</i>	1 %	1 %	1 %	1 %
<i>Total</i>	100 %	100 %	100 %	100 %

A partir de l'Enquête-ménages de Lyon 1995

Le stationnement à domicile, important même dans le centre (48% des véhicules), augmente régulièrement et devient largement prédominant en seconde périphérie (83% des véhicules) où l'habitat individuel est plus systématiquement équipé d'un garage. Parallèlement, le recours à des services payants pour entreposer son véhicule est divisé par deux lorsqu'on l'on part du centre vers la seconde périphérie, passant de 15 à 8% des cas. De même l'utilisation de l'espace public gratuit (voirie et parkings publics, qui peuvent être payants en journée mais restent gratuits la nuit) est relativement forte dans le centre (36% des voitures stationnent ainsi) mais baisse rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne, l'automobile étant alors réintégrée au sein de la sphère du domicile.

Ce sont les coûts supportés par les ménages dans les deux premiers cas (stationnement à domicile ou location d'un espace réservé) que nous allons essayer d'estimer ici.

Les indications de coûts fournies par l'enquête ménage sont relativement pauvres. D'une part, le coût du stationnement à domicile n'est pas connu. D'autre part, concernant les espaces de stationnement en location, seul trois dizaines de déplacement sont déclarées se terminer ainsi dans l'enquête, ce qui est insuffisant pour en déduire quelque chose⁵⁸.

Pour remédier à ce manque, plusieurs bases peuvent être utilisées.

A un niveau global tout d'abord, l'enquête budget des familles (Cf. partie suivante) permet d'estimer les dépenses des ménages qui louent un garage indépendant du domicile. Le coût moyen, sur l'ensemble du territoire, serait de 278 francs par mois, variant de 177 francs dans les communes rurales et les agglomérations de moins de 100 000 habitants, à 266 francs dans les agglomérations de province de plus de 100 000 habitants et à 392 francs en Ile-de-France.

Par ailleurs le travail en cours sur le compte transports national évoqué en introduction de cette partie a fait une première recension des bases existantes sur cette question du stationnement. Des chiffres tirés de l'enquête logement de l'INSEE (1996) font apparaître que pour les box ou garages associés au domicile dans le cas du logement collectif en location représentent une charge moyenne de 350 francs par mois⁵⁹. Ceci est plus élevé que les chiffres de l'enquête budget des familles, mais peut se comprendre si l'on estime que le logement collectif est d'abord situé dans les zones urbaines denses, où l'espace est plus cher, et que les espaces de stationnement offerts en location correspondent souvent à des parkings souterrains qui ont un coût de construction important.

⁵⁸ Le coût de l'emplacement loué ainsi déclaré s'élèverait en moyenne à 460 francs par mois, sans différence notable entre le centre et la périphérie. Ce chiffre correspond globalement à l'ordre de grandeur qui a été finalement retenu (Cf. infra).

⁵⁹ Chiffres calculés par la commission des comptes du logement, cités par Fabien DUPREZ, « Compte Transport national en 1998 : les dépenses de garage, box et parking des ménages et des entreprises ». CERTU, Document de travail, 18/10/2000.

Enfin, on peut reprendre le travail de Garance Rennes et Jean-Pierre Orfeuill (1997, Op. Cit.) qui estiment le coût de location d'espace de stationnement réservé à 500 f/mois à Paris, 350 f/mois dans les villes centre des bassins de plus de 300 000 habitants, 300 f/mois pour celles des bassins de 50 à 300 000 habitants et 100 fr/mois pour les autres, les coûts dans les banlieues respectives étant divisés par 2.

A un niveau local, par ailleurs, les tarifs pratiqués par la société d'économie mixte Lyon Parc Auto qui gère les parkings publics payants de Lyon fournissent une première image du marché. La location d'un emplacement est en moyenne de 750 francs par mois en hypercentre, dans la presque île et elle descend rapidement à 350 francs lorsque l'on s'éloigne un peu, sachant que tous ces parkings restent fortement concentrés. Enfin, un parking géré par la mairie de Villeurbanne dans le centre de la commune (quartier des Gratte-Ciel) offre des emplacements à louer à 300 francs par mois.

L'ensemble de ces chiffres, locaux et nationaux, apportent des ordres de grandeurs mais restent certainement insuffisants pour établir une estimation fine du coût d'un espace de stationnement réservé.

Nous avons retenu les principes suivant pour nos évaluations :

- La location d'un espace de stationnement hors domicile s'élèverait à 700 f/m en hypercentre, 300 f/m en moyenne dans le reste de Lyon et Villeurbanne, 200 f/m en 1^{ère} périphérie et 150 en seconde. Les 700 et 300 francs correspondent à une valeur basse de ce que l'on peut constater de prime abord sur l'agglomération. On descend à 150 francs en seconde périphérie, soit une estimation (par le bas là encore) de ce que suggère l'enquête budget des familles pour ce type de location en milieu rural et dans les agglomérations de moins de 100 000 habitants, c'est-à-dire dans les lieux où la pression foncière liée à la densité des populations devient relativement faible.
- Dans le cas de la disposition (propriété ou location) d'un emplacement à domicile, nous proposons respectivement 600, 250, 150 et 75 francs/mois. L'avantage relatif entre domicile et hors domicile reste peu important en centre-ville, où les contraintes d'espace et le logement collectif signifient un fort coût du mètre carré et conduisent à la construction d'infrastructures de stationnement lourdes (parkings souterrains notamment) quel que soit le cas. Ensuite, la dédensification de l'espace et l'apparition de l'habitat individuel permettent la construction de stationnements moins onéreux, avec en plus des économies d'échelle dans le cas des ménages multimotorisés, plus nombreux en périphérie.

Les résultats que l'on obtient sur la base de ces hypothèses figurent dans le Tableau 54 ci-dessous.

Tableau 54 : Coûts mensuels estimés pour la disposition d'un espace de stationnement réservé pour son véhicule

	Nombre de ménages motorisés	Coût moyen par ménage motorisé	Nombre de véhicules	Coût moyen par véhicule
<i>Hypercentre</i>	11 283	361	15 350	265
<i>Centre</i>	180 115	221	238 357	167
<i>1^{ère} périphérie</i>	99 218	186	149 214	123
<i>2^{de} périphérie</i>	125 615	128	215762	75
<i>Ensemble</i>	<i>416 231</i>	188	<i>618 683</i>	127

Estimations par ménage motorisé et par véhicule, sur l'enquête ménage de Lyon 1995

Une hypothèse alternative a été testée en supposant que les coûts de disposition d'un box ou d'un garage à domicile pouvaient être surévalués et en prenant 400, 200, 100 et 50 francs par mois suivant que le ménage réside en hypercentre, centre 1^{ère} ou 2^{ème} périphérie. Le coût moyen par ménage motorisé passe alors de 188 à 150 fr/m, et par véhicule de 127 à 101 fr/m, soit une variation de 25% : les résultats sont sensibles aux hypothèses retenues et les chiffres fournis ici doivent plus être considérés comme indicatifs des ordres de grandeurs en jeu qu'être pris comme résultats définitifs.

1.4. Les autres dépenses liées à l'automobile : acquisition, assurance et réparations

Il existe ensuite tout un ensemble de coûts qui n'ont pas pu être établis à partir de l'enquête ménages et dont le total représente une part plus que conséquente du budget voiture d'un ménage. Les coûts d'acquisition, l'assurance du véhicule, l'entretien et les réparations, ainsi que les taxes et amendes éventuelles, ont ainsi été établis à partir de la dernière enquête Budget des Familles.

D'autres sources existent pour estimer les dépenses liés aux véhicules. Caroline Gallez a ainsi notamment recensé les Comptes de la Nation, les estimations annuelles du CCFA établie sur la base d'un véhicule moyen du parc français et les données issues de l'enquête Budget des Familles déjà évoquée⁶⁰. Une rapide comparaison de ces différentes sources peut être établie pour 1995 :

⁶⁰ Voir Caroline Gallez, *Indicateurs d'évaluation de scénarios d'évolution de la mobilité urbaine*. Rapport de convention DTT-Inrets n°690-9919-D33, juillet 2000. 139 p.

**Tableau 55 : Dépenses automobiles par ménage en 1995 selon différentes sources
(en francs 95 par ménage)**

	Comptes nationaux	Estimations CCFA	Budget des Familles
Acquisition	6 463	9 901	10 310
<i>Achats VP neuves</i>	5 392	8 389	
<i>Achats VP occasion</i>	1 072	1 431	
<i>Carte grise</i>		80	
Carburants	6 916	6 329	5 829
Utilisation hors carburant	11 514	11 519	6 956
<i>Graissage, entretien</i>		1 351	
<i>Frais de réparation, pièces</i>	8 819	4 354	
<i>Pneumatiques</i>	396		
<i>Assurance</i>	860	3 844	3 600
<i>Vignette</i>		538	
<i>Péage, parking, loc., auto-école</i>	1 438	1 308	
<i>Contrôle technique</i>		124	
Coût automobile total / ménage	24 893	27 749	22 795

Synthèse établie par C. Gallez, 2000, p. 136.

On constate un écart de l'ordre de 20% entre les 2 estimations extrêmes établies à partir de l'enquête Budget des Familles et par le CCFA.

La différence se joue en partie sur les carburants, la méthodologie Budget des Familles les sous-estimant sans doute un peu car la période d'enquête se déroule hors vacances (qui entraînent souvent des kilométrages importants). Dans le travail présent les dépenses en carburant étant calculées directement à partir des déplacements recueillis par l'enquête ménages, il n'y a pas à trancher entre l'une ou l'autre des estimations.

L'écart se creuse surtout pour le calcul des dépenses d'utilisation des véhicules, hors consommation de carburants, puisqu'il s'élève à plus de 65% en variant de 6 950 à 11 500 francs. De même il existe une différence sensible, de l'ordre de 60%, entre les évaluations de la comptabilité nationale et des deux autres en matière de dépenses d'acquisition des véhicules. Or ce sont ces deux postes, acquisition et utilisation hors carburant, que l'enquête-ménages ne permet pas de couvrir. Nous présentons ici les choix qui ont été faits pour intégrer ces postes dans notre travail ainsi que les réflexions et contraintes qui nous ont guidés.

1.4.1. Les dépenses d'acquisition d'automobile

Dans notre travail les dépenses d'acquisition d'automobile ont directement été déduites à partir de l'enquête budget des familles, pour deux raisons.

D'une part, à un niveau national, elles sont similaires à celles calculés par le CCFA qui, à l'inverse des comptes de la nation, s'intéresse d'abord à la dépense des ménages et non à celle de tous les agents économiques. La différence entre les deux réside dans les doubles comptes à éviter, beaucoup plus importants dans ce dernier cas : alors que dans la première logique il faut simplement veiller à bien équilibrer ventes et achats entre ménages sur le marché de l'occasion, dans la seconde il faut également déduire les diverses taxes perçues par l'Etat (TVA et carte grise notamment).

D'autre part les données de l'enquête budget des familles permettent de descendre à un niveau plus fin que celui, très global, de la nation. Ainsi, pour nos estimations, nous avons pu considérer les ménages résidant dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants, hors

Ile-de-France, tout en distinguant leurs dépenses en fonction du revenu, réparti en trois classes, et en fonction du nombre de véhicules à disposition.

Par véhicule et par ménage, les chiffres obtenus figurent dans le Tableau 56 ci-dessous.

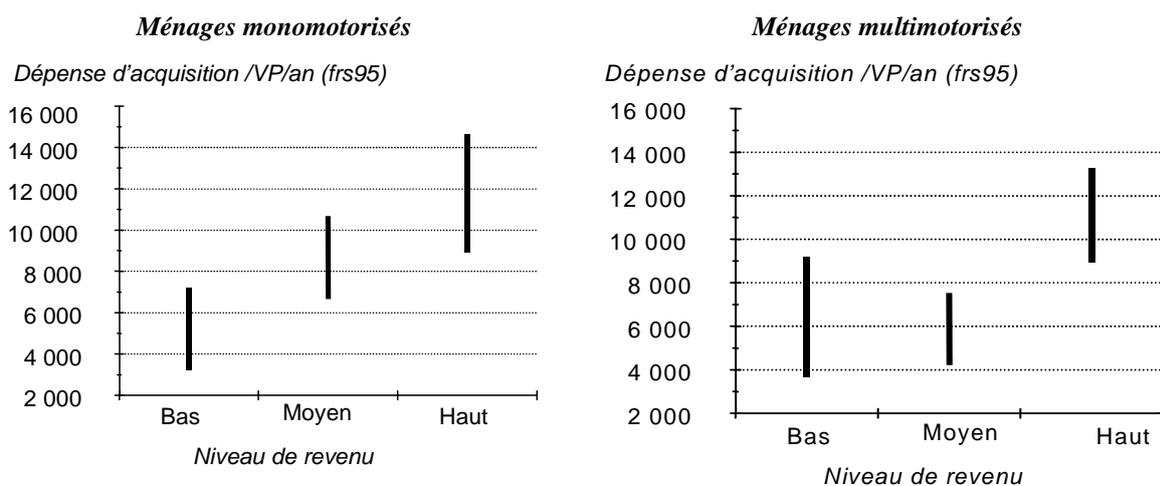
Tableau 56 : Dépenses annuelles moyennes d'acquisition d'un véhicule selon le niveau d'équipement et leu revenu, en fr95

Véhicules à disposition	Revenu	Nombre de ménages enquêtés	Effectif redressé	Dépenses d'acquisitions
1 véhicule	Bas	476	1 134 850	5 168
	Moyen	531	1 270 752	8 434
	Haut	465	1 145 217	11 490
2 véhicules ou plus	Bas (2,13 veh)	122	271 173	6 160
	Moyen (2,12 veh)	258	553 841	6 160
	Haut (2,18 veh)	426	943 180	11 142
Ensemble	(1,38 veh)	2 278	5 319 013	8 522

*A partir de l'enquête budget des familles, ménages motorisés en aggro > 100 000 hab. hors IdF
Nicolas, Pochet, 2000*

La localisation du ménage au sein de l'agglomération (centre/périphérie) n'a pas pu être retenue comme variable pertinente car elle n'existe pas en tant que telle au sein de l'enquête. La segmentation retenue reprend en partie cette distinction, mais de manière indirecte et incomplète à travers le nombre de véhicules du ménage.

On peut également remarquer que les ménages à 2 véhicules ou plus ont été affectés d'une même dépense d'acquisition pour les bas et moyens revenus. Les sous-échantillons qui représentent ces deux groupes restent insuffisants pour pouvoir en inférer des résultats différenciées. En effet les mouvements liés à l'achat ou à la vente de véhicules restent occasionnels, et seuls 44 et 82 ménages (au sein respectivement des classes de bas et moyens revenus des ménages multimotorisés) sont concernés, ce qui ne permet pas de distinguer leurs dépenses, comme l'indique le recouvrement total des intervalles de confiance représentés sur le graphique ci-dessous. On atteint là les limites statistiques des données fournies par l'enquête et nous avons donc choisi de regrouper ces deux types de ménages.

Graphique 21 : Dépenses annuelles moyennes d'acquisition (Intervalle de confiance à 5%)

Source : Nicolas, Pochet, 2000

1.4.2. Dépenses d'utilisation hors carburant

Concernant les dépenses d'utilisation des véhicules, hors carburant, les résultats établis au niveau national par le CCFA et les comptes de la nation apparaissent extrêmement proches, avec respectivement 11 519 et 11 514 francs par ménage en 1995 (attention cependant au fait que les comptes de la nation n'ont pas intégré les taxes à ce niveau). Par contre l'enquête budget des familles fournit une estimation beaucoup plus basse avec 6 956 francs.

Cette différence peut en partie être attribuée à la méthode de recueil de l'enquête budget des familles : en effet les frais de réparation ne sont recensés que sur les 14 jours précédant le jour d'enquête ce qui, à la vue des résultats obtenus, apparaît insuffisant⁶¹. Il nous est donc apparu nécessaire de reconstituer les dépenses de réparation à partir d'une autre base.

Une autre limite de l'enquête budget des familles, compte tenu de nos préoccupations, correspond à la prise en compte des frais d'assurance et les remboursements qui peuvent être reversés au ménage en contrepartie de ses cotisations. Si les premiers sont bien établis spécifiquement, les seconds figurent dans un poste général où il n'est pas possible de différencier les types de sinistre, liés à l'automobile, à la résidence ou à tout autre cas (le poste 62 de la nomenclature ressources de l'enquête s'intitule « Sommes versées par une compagnie d'assurance »). Or il importe, pour évaluer le budget automobile des ménages, de prendre en compte le premier et de soustraire le second.

La comptabilité nationale traite cette question en ne conservant dans le poste « assurance » que ce que les compagnies d'assurance conservent au bout du compte, hors remboursements aux assurés et taxes reversées à l'Etat, soit nous l'avons vu, l'équivalent de 860 francs par ménage en moyenne. Le CCFA procède de la logique inverse en gardant les dépenses d'assurance (3 844 francs par ménage) mais en ne conservant que les frais de réparation non

⁶¹ « D'une manière générale, la couverture des dépenses ou consommations par l'enquête est correcte pour l'alimentation, le logement, l'habillement, ou l'habitation (biens d'équipement, mobilier, ...) moins bonne dans le cas des dépenses de transport, de loisirs ou de services divers. Cela est lié à la technique de l'enquête où les dépenses importantes sont enregistrées par questionnaire et les petites dépenses sont collectées par carnet. » pp. 17-18, in *Documentation Enquête Budget des familles 1995, Vol. I – Base sur dépenses*. INSEE, Division Conditions de vie des Ménages, 1997. 260 p.

remboursés par les assurances, soit 4 354 francs par ménage (ce qui revient théoriquement au même, aux taxes près).

Pour estimer un équivalent du poste « Frais de réparations, entretien » de l'enquête budget des familles sans faire de double compte avec les remboursements des assurances, nous avons choisi de reprendre le ratio entre ce poste et les dépenses d'assurances tels qu'établis par le CCFA au niveau national, soit $(1\,351 + 4\,354) / 3\,844 = 1,484$.

Les dépenses d'assurance étant correctement recensées dans l'enquête BdF, ce ratio leur a ensuite été appliqué pour en déduire le montant des frais de réparations et d'entretien. Il va de soit que le résultat ainsi obtenu n'a guère de sens au niveau de chaque ménage. Mais on peut supposer qu'il donne une bonne estimation au niveau global puisque les dépenses d'assurance établies par le CCFA et à partir de l'enquête BdF sont équivalentes (3 844 francs pour le 1^{er} et 3 600 pour la 2^{de}, soit une différence de moins de 7%). De plus il permet une analyse plus fine qui reste cohérente si l'on reste à un niveau semi-agrégé : comme précédemment ces niveaux de dépenses ont été distingués en fonction de la localisation, du revenu et du nombre de véhicules à disposition des ménages.

L'estimation des dépenses d'utilisation hors carburant peut ensuite être complétée avec la prise en compte du coût de la vignette et des amendes payées par les ménages. L'enquête BdF a servi de base pour établir ce chiffre, qui reste marginal et représente donc moins d'enjeux pour l'évaluation globale. Nous présentons dans le Tableau 57 les dépenses moyennes estimées par véhicule, par ménage et par an.

Tableau 57 : Dépenses annuelles moyennes d'utilisation d'un véhicule, hors carburant, par ménage et par an, en francs 1995

Véhicules à disposition	Revenu	Nb ménages (eff. redressé)	Assurance	Entretien & réparations	Vignette & amendes
1 véhicule	Bas	1 134 850	2 885	4 281	236
	Moyen	1 270 752	3 142	4 663	324
	Haut	1 145 217	3 456	5 129	341
2 véh. ou +	Bas (2,13 veh)	271 173	2 626	3 898	281
	Moyen (2,12 veh)	553 841	2 626	3 898	281
	Haut (2,18 veh)	943 180	2 856	4 239	578
Ensemble	(1,38 veh)	5 319 013	3 024	4 488	347

*A partir de l'enquête budget des familles, ménages motorisés en aggro > 100 000 hab. hors IdF
Nicolas, Pochet, 2000*

1.4.3. Sommes dépensées pour la mobilité quotidienne

Entre les dépenses d'acquisition et celles d'utilisation hors carburant, on obtient donc le total figurant dans le Tableau 58.

Tableau 58 : Dépenses annuelles moyennes d'acquisition et d'utilisation d'un véhicule, hors carburant, par ménage et par an, en francs 1995

Véhicules à disposition	Revenu	Nb ménages (eff. Redressé)	Acquisition	Utilisation (hors carburant)	Total
1 véhicule	Bas	1 134 850	5 168	7 402	12 570
	Moyen	1 270 752	8 434	8 129	16 563
	Haut	1 145 217	11 490	8 926	20 416
2 véh. ou +	Bas (2,13 veh)	271 173	6 160	6 805	12 965
	Moyen (2,12 veh)	553 841	6 160	6 805	12 965
	Haut (2,18 veh)	943 180	11 142	7 673	18 815
Ensemble	(1,38 veh)	5 319 013	8 522	7 859	16 381

A partir de l'enquête budget des familles, ménages motorisés en aggro > 100 000 hab. hors IdF
Nicolas, Pochet, 2000

Cette estimation correspond à une dépense annuelle, à partir de laquelle les coûts liés à la mobilité quotidienne en automobile réalisée à l'intérieur de l'agglomération restent à évaluer.

Pour ce faire nous avons repris la part de cette mobilité urbaine quotidienne au sein de la mobilité automobile totale telle qu'elle a été déterminée au cours du premier chapitre : cette part mesurée en kilomètres a été utilisée pour déduire son coût correspondant, mesuré en francs 1995.

Le rapprochement des dépenses fixes annuelles et la part des distances parcourues au volant d'une voiture à l'intérieur du périmètre urbain nous permet donc de proposer une estimation des coûts automobiles fixes liés à un usage urbain (Tableau 59). Logiquement, ces dépenses "urbaines" augmentent avec le revenu, puisque la part urbaine des kilométrages dépend assez peu du revenu, mais plutôt de la localisation résidentielle dans l'ensemble urbain.

Tableau 59 : Montant moyen des dépenses fixes liées à l'usage urbain d'une automobile

Véhicules à disposition	Revenu	Dépenses fixes (F/an)	dont : mobilité de semaine	dont : mobilité de week-end
1 véhicule	Bas	6 495	5 023	1 472
	Moyen	7 684	6 057	1 627
	Haut	8 427	6 870	1 557
2 véhicules ou plus	Bas	5 282	4 410	871
	Moyen	6 113	4 819	1 294
	Haut	7 693	6 208	1 485
Moyenne générale		7 217	5 773	1 443

A partir de l'enquête budget des familles, ménages motorisés en aggro > 100 000 hab. hors IdF
Nicolas, Pochet, 2000

1.5. Dépenses automobile des ménages lyonnais : synthèse

L'ensemble des dépenses qui viennent d'être reconstituées peut ensuite être ramené à un niveau global, sur l'année 1995 pour toute la population résidant au sein de l'agglomération lyonnaise (Tableau 60). Ceci permettra par la suite de comparer les sommes en jeux aux dépenses publiques nécessaires pour développer et faire fonctionner le système de mobilité urbaine.

Tableau 60 : Dépenses annuelles totales consacrées à l'automobile par la population résidente de l'agglomération lyonnaise pour sa mobilité urbaine (année 1995 en millions de francs 1995)

	<i>Dépenses TTC</i>	<i>Dépenses HT</i>	<i>TVA</i>	<i>Taxes spécifiques</i>
<i>Acquisition</i>	2 052	1 692	333	26
<i>Carburant</i>	1 652	358	267	1027
<i>Rep. Entretien</i>	1 040	871	169	0
<i>Assurance</i>	701	561	27	113
<i>Stationnement</i>	969	811	157	0
<i>Vignette/Amendes</i>	90	0	0	90
Total	6 504	4 294	954	1 256

Ces niveaux de dépenses seront intéressants à comparer avec les dépenses engagées par la collectivité (§ 4).

Dans un premier temps ils peuvent cependant être ramenés au ménage pour être mis en rapport avec les estimations nationales de 1995. Cela représente une dépense annuelle moyenne de 26 800 francs par ménage, qui apparaît tout à fait cohérente avec les autres évaluations qui s'élèvent, rappelons le, à 24 900 francs pour la comptabilité nationale, 27 750 pour le CCFA et 22 800 avec l'enquête budget des familles (Cf. Tableau 55). Deux éléments poussent notre estimation vers le haut de la fourchette :

- d'une part la présente évaluation tente de prendre en compte le coût du stationnement résidentiel (14,6% de la dépense estimée), ce qui n'est pas fait dans les autres calculs ;
- d'autre part les ménages lyonnais ont tendance à être plus équipés que la moyenne, avec 1,15 voitures à disposition contre 1,07 au niveau national (chiffre établi sur la base de l'Enquête Nationale Transports).

Si l'on ôte ces deux facteurs, la dépense tombe à 23 300 francs par an et par ménage, soit un résultat proche de celui fourni par l'enquête budget des familles qui a servi de base principale pour nos calculs : la boucle se referme donc de manière cohérente.

En termes de coefficients budgétaires, nos estimations représentent 15,7% des revenus estimés dans l'enquête, soit un montant supérieur aux valeurs couramment présentées (de l'ordre de 12 à 13% environ). Le fait que nous ayons intégré les dépenses de stationnement résidentiel (ce que ne fait pas la comptabilité nationale) n'explique qu'une partie de ces écarts, puisque si l'on exclut ces dépenses de stationnement, la part moyenne du revenu affectée à l'automobile est encore de 14,6%. Outre une possible sous-estimation du revenu disponible des ménages (cf. supra), il apparaît aussi que l'agglomération lyonnaise est légèrement plus motorisée que la moyenne nationale (1,15 voitures à disposition par ménage, contre 1,07 dans l'enquête transport de 1993-1994). Compte tenu de l'incertitude pesant sur les revenus, les parts de revenus affectés à la voiture, ou plus généralement aux transports, que nous présenterons par la suite donnent une idée plus indicative que réellement très précise et doivent surtout être considérés en relatif, pour comparer la pression financière d'un groupe de ménages à un autre.

Si l'on se limite à l'usage urbain des véhicules, les montants annuels estimés des dépenses des ménage atteignent 12 200 F (Tableau 61), soit environ 1 000 francs par mois consacrés à l'automobile.

Tableau 61: Répartition des dépenses mensuelles moyennes des ménages pour les déplacements urbains (jour ouvrable ou le week-end)

	Montant (F95)	Structure (%)	Dont en semaine (F)	Structure (%)
Dépenses totales	1013	88,8	813	88,0
Frais fixes	749	65,6	598	64,7
<i>dont Achat</i>	319	28,0	263	28,5
<i>Assurance</i>	109	9,6	90	9,7
<i>Vignettes, amendes</i>	14	1,2	11	1,2
<i>Stationnement de nuit</i>	146	12,8	101	10,9
<i>Entretien & réparation</i>	162	14,2	134	14,5
Dépenses variables	261	22,8	206	22,5
<i>dont Carburant</i>	257	22,5	202	22,1
<i>Stationnement en journée</i>	4	0,3	4	0,4

Près de 80% des dépenses proviennent d'un usage de la voiture les jours ouvrables, contre 20% pour l'usage urbain de week-end.

2. LES DEPENSES EN TRANSPORTS COLLECTIFS

2.1. Les déplacements en bus ou autocars

L'enquête ménages de Lyon en 1995 ne permet pas de retrouver le titre de transport utilisé lors des déplacements en transports collectifs routiers, que ce soit avec les lignes interurbaines ou sur le réseau TCL. Il est certain que des données plus précises en ce domaine permettraient d'affiner l'évaluation des dépenses suivant le type d'individu et de ménage, avec un intérêt évident pour l'analyse des aspects sociaux de la question.

Compte tenu des données disponibles, nous sommes revenus à des valeurs moyennes établies à partir des recettes et trafics annuels.

2.1.1. Les transports collectifs urbains assurés par les TCL

Sur le réseau TCL en 1995, 135 337 000 déplacements ont été comptabilisés et ont généré une recette totale de 573 095 000 francs, soit une dépense moyenne de 4,23 fr95 par déplacement. C'est ce coût qui a été retenu pour chacun des 5 791 déplacements réalisés sur le réseau TCL dans l'enquête ménages.

2.1.2. Les transports collectifs urbains assurés par les lignes interurbaines

Le ramassage scolaire

Pour les lignes interurbaines, 325 déplacements internes à l'aire de l'enquête ménage ont été effectués dans le cadre du ramassage scolaire. Les statistiques sur les transports collectifs non urbains indiquent qu'en 1996, 31 769 élèves ont été régulièrement transportés, pour une recette de fonctionnement totale de 14 millions de francs, soit 440,7 francs par élève et par an

(Certu, Meltt, 1999)⁶². Avec 37 semaines d'école par an, cela représenterait 11,92 francs par semaine ; à un niveau mensuel, en dehors des deux mois d'été qui sont de toute manière exclus du cadre de notre travail, cela fait 44,1 francs par mois. C'est ce dernier chiffre qui a été utilisé et affecté une unique fois, quel que soit le nombre de déplacements concernés, à la charge de la mobilité mensuelle des jeunes ayant recours à ce type de transport.

Signalons que pour les 325 déplacements recensés dans l'enquête ménages, 19 ont été réalisés en partie par un accompagnement automobile ; au niveau des coûts, cette part apparaîtra à la charge de l'accompagnant conducteur, dans la logique qui a été retenue pour traiter ces cas. Par ailleurs 7 déplacements ont également été effectués en partie sur le réseau TCL. Nous avons estimé ce nombre suffisamment négligeable pour ne pas prendre en compte la dépense sur ce dernier réseau.

Les déplacements non subventionnés

160 déplacements internes à l'aire d'enquête ont été réalisés en car sur des lignes interurbaines. Faute de renseignement complémentaire et compte tenu de leur localisation sur le territoire des Transports Urbains, nous les avons estimés équivalents aux déplacements TCL, soit 4,23 francs – ce qui les sous-estime sans doute un peu.

Le Transport Employeur

Enfin 96 déplacements ont été réalisés dans le cadre des services de ramassage des entreprises. Pris en charge par l'employeur, nous leur avons attribué un coût nul pour les personnes en bénéficiant.

2.2. Les déplacements en taxi

51 déplacements ont été réalisés en taxi par les personnes enquêtées à l'intérieur du périmètre d'étude. Pour ceux-ci nous avons repris les tarifs appliqués dans le Rhône à l'époque⁶³ :

Tableau 62 : Les tarifs pratiqués par les taxis lyonnais en 1995

Tarif		Prise en Charge	Prix du kilomètre	Chute 1,00 F pour	Heure d'attente
A	7h-19h, retour en charge à la station	10F pour 303,03 m	3,30 F	303,03 m	119,50F
B	19h-7h, retour en charge à la station	10F pour 202,02 m	4,95 F	202,02 m	119,50F
C	7h-19h, retour en charge à la station	10F pour 151,51 m	6,60 F	151,51 m	119,50F
D	7h-19h, retour en charge à la station	10F pour 101,01 m	9,90 F	101,01 m	119,50F

Nous avons retenu une moyenne de 6 mn de marche lente ou d'attente⁶⁴ et supposé un tarif avec retour à vide à la station (tarifs C et D). Soit :

⁶² Certu, Meltt, 1999, *Transports collectifs non urbains, annuaire statistique. Evolutions 1993-1998*. Certu, Collection enquêtes et analyses. Nous nous sommes reportés aux chiffres 1996 car les recettes 1995 n'ont pas été recensées.

⁶³ Tarifs résultants de la loi n°95.66 du 20 janvier 1995, du décret n°73.225 du 2 mars 1973, modifié par le décret n°95.935 du 17 août 1995.

⁶⁴ Cf. Lionel Clément, Odile Jeannin, octobre 1991, *Les Taxis de l'agglomération lyonnaise- aspect économique*. Rapport LET réalisé pour le compte de la Communauté Urbaine de Lyon. 112 p.

Déplacements réalisés en journée (départ entre 7h et 19h) :

$$\begin{aligned} \text{Dépense} &= 10 + 6,60.\text{distance} + 1 + 6.(119,50/60) \\ &= 6,60.\text{distance} + 22,95 \end{aligned}$$

Déplacements réalisés en journée (départ entre 7h et 19h) :

$$\begin{aligned} \text{Dépense} &= 10 + 9,90.\text{distance} + 1 + 6.(119,50/60) \\ &= 9,90.\text{distance} + 22,95 \end{aligned}$$

A partir de l'enquête ménages, le coût moyen de la course en taxi peut ainsi être estimé à 75 francs.

2.3. Les déplacements en train

Enfin quelques déplacements (105) ont été effectués en train entre les gares situées à l'intérieur du périmètre d'enquête, les échanges les plus importants se réalisant sur la ligne de l'ouest lyonnais (entre St Paul, Gorge de Loup et Tassin notamment) ainsi qu'avec les deux principales gares de l'agglomération Perrache et Part Dieu.

Deux points importants doivent être soulignés pour pouvoir estimer la dépense des personnes ayant réalisé ces déplacements, concernant leur titre de transport et leurs correspondances.

2.3.1. Les titres de déplacements

Tout d'abord l'analyse des titres utilisé montre que les déplacements plein tarif sont marginaux dans ce cadre urbain (8 sur 105), les abonnements étant de loin les plus nombreux (33 pour le travail et 28 pour les études, soit 58% du total).

Pour prendre en compte au mieux cette diversité, nous avons retenu les barèmes présentés ci-dessous. Les 105 déplacements concernés représentant 63 origines-destinations différentes, il n'était guère possible de reconstituer les coûts correspondants. Nous avons dès lors reconstitué quelques OD particulières, sur lesquelles nous avons testé différentes options tarifaires pour établir les ratios fournis ici.

Coûts plein tarif

Distance	Coût kilométrique
<7,5 km	2,30 F
[7,5, 15 km[1,33 F
≥ 15 km	1,11 F

Les déplacements à *tarifs réduits* divers (modulo pass, famille nombreuse, autres) représentent 22 cas. Ils ont systématiquement été pris avec une moyenne inférieure de 30% au plein tarif.

Les abonnements

Dans le cadre du *domicile/travail*, le coût de l'abonnement a été estimé équivalent à 25% de ce qu'aurait été le coût total au tarif normal de 2 déplacements par jour, 20 jours par mois. Cette dépense est enregistrée au niveau des coûts mensuels.

Dans le cadre du *domicile/étude*, la logique de calcul est la même, avec un coefficient de 35% au lieu de 25.

Personnel SNCF

Dernier cas, les déplacements en train du personnel SNCF (14 cas) ont été affectés d'un coût nul.

2.3.2. Un nombre important de déplacements composés

Deuxième point, les déplacements en train réalisés à l'intérieur de l'agglomération intègrent souvent une chaîne de trajets (69,5% des cas) où peuvent se combiner la voiture comme conducteur (26 cas), comme passager (23 cas) ou les transports collectifs urbains (24 cas).

En cas d'utilisation de la voiture, nous lui avons affecté 30% de la distance. Dans les cas des chaînages avec les transports collectifs urbains, pour lesquels l'information sur le lieu de correspondance entre automobile et TC a été relevé, la répartition de la distance totale parcourue totale est de 50/50 entre les 2 modes. Dans le cas de l'utilisation du train pour se rendre dans le centre, nous avons estimé que la voiture joue plus un rôle de desserte de proximité et sert juste à atteindre la gare la plus proche. Cette hypothèse reste arbitraire et mériterait d'être approfondie dans le cas d'une agglomération où l'usage train + voiture se révélait plus important que sur le périmètre de l'enquête lyonnaise.

Si la personne réalisant le déplacement est le conducteur, la dépense automobile lui est affectée, dont notamment 0,53 F de carburant par kilomètre correspondant à la moyenne sur l'agglomération. Si elle est passager, la dépense se trouve de fait affectée à l'accompagnant. Enfin, si il y a une correspondance avec les TC, nous avons rajouté 4,23 F au déplacement.

Sur la base de ces diverses hypothèses, le coût moyen des déplacements en train réalisés par les lyonnais au sein de leur agglomération peut être estimé à 12,45 francs.

2.4. Synthèse des dépenses en transports collectifs des ménages lyonnais

Les ménages lyonnais dépenseraient 755 millions de francs par an en transports collectifs, soit un peu moins de 130 F par ménage et par an en moyenne (Tableau 64). Les déplacements sur le réseau TCL constituent l'essentiel de cette mobilité, avec 91% des déplacements, 88,2% des distances et 80% de la dépense totale.

Les autres types de déplacements recouvrent des cas très divers, fortement tirés vers le haut en terme de coût par les déplacements en taxi. Avec une moyenne de 75 francs par course, ceux-ci représentent en effet, hors TCL, plus de 60% de la dépense totale correspondante pour 7% des déplacements concernés. Les dépenses pour les transports collectifs sont encore un peu plus concentrées sur les jours de semaine que les dépenses pour la voiture, ce qui s'explique par le poids particulièrement important des trajets domicile-travail et domicile-école dans l'usage des transports en commun.

Tableau 63 : Dépenses TC globales sur l'agglomération lyonnaise des ménages résidents en 1995 (en MF95)

<i>Hors Taxes</i>	<i>TVA</i>	<i>Autres Taxes</i>	<i>TTC</i>
-------------------	------------	---------------------	------------

<i>TCL</i>	574	32	0	606
<i>Autres TC</i>	131	19	0	150
Transports collectifs	705	51	0	755

Tableau 64 : Dépenses annuelles par ménage pour les transports collectifs

	Montant (F95)	Structure (%)	Dont en semaine (F)	% semaine/ weekend
DEPENSES TOTALES POUR LES TRANSPORTS COLLECTIFS	128	100	111	87%
<i>dont TCL</i>	103	80,5	90	87%
<i>Autres TC *</i>	25	2,2	21	84%

* regroupe les transports scolaires, le transport employeur, les taxis, les transports collectifs interurbains, dès lors qu'ils assurent des déplacements internes au périmètre enquêté

3. LES DEPENSES DES MENAGES POUR LES AUTRES MODES

Les autres modes à considérer correspondent à la marche à pied, aux deux-roues et aux « autres », terminologie englobante sous laquelle on peut ranger le roller, la planche à roulettes ou au sein de laquelle viendrait aujourd'hui se nicher la trottinette.

Il est clair que ces modes ne représentent pas une part importante du budget transport des ménages, soit parce qu'ils ne coûtent rien ou presque (cas de la marche à pied par exemple), soit parce que leur usage est marginal (cas des deux-roues à moteur). Il nous apparaît cependant important de les faire apparaître dans le cadre d'une réflexion sur les indicateurs de mobilité durable, dans la mesure où la plupart d'entre eux représentent une alternative douce aux modes motorisés.

Comme dans le cas des précédents modes, nous avons privilégié les éléments à notre disposition dans l'enquête ménages, complétés ensuite par des informations extérieures provenant essentiellement de l'enquête budget des familles de l'INSEE.

3.1. La marche à pied

Les déplacements à pied ont été affectés d'un coût nul.

Rappelons ici leur importance numérique puisqu'ils représentaient en 1995 32% des déplacements des lyonnais à l'intérieur de leur agglomération. L'enjeu économique (et écologique) des transferts entre la marche à pied et les autres modes est donc loin d'être négligeable.

3.2. Les deux-roues

Deux cas ont été distingués, avec la bicyclette d'une part et les deux-roues à moteur de l'autre. L'agglomération lyonnaise ne semble pas favorable à ces modes puisqu'ils représentaient en 1995 respectivement 0,74 et 0,59% des déplacements urbains des ménages

résidents. L'enjeu de l'évaluation économique, à la date de référence de notre travail, apparaît donc peu important.

Pour la bicyclette le coût d'usage est nul, les dépenses d'entretien restent marginales. Concernant le coût d'acquisition, en supposant la durée de vie d'un vélo à 10 ans pour un coût moyen d'achat de 1 500 francs, on peut estimer la dépenses moyenne à 150 francs par an et par vélo. L'enquête ménages fournit une indication sur le nombre de bicyclettes utilisées régulièrement au sein de chaque ménage : on obtient un taux d'équipement pour usage régulier, que l'on supposera correspondre au cadre de la mobilité urbaine quotidienne, de 0,13 bicyclette par ménage. Tous ménages confondus, le coût annuel moyen est alors de 20 francs... Nous l'avons considéré comme négligeable dans nos traitements.

Pour les deux-roues à moteur, les coûts apparaissent plus élevés et sont donc plus susceptibles d'être pris en compte car ils peuvent avoir un certain poids dans le budget des ménages qui ont un recours important à ces véhicules. L'enquête budget des familles fait apparaître un coût annuel moyen de 3 740 francs par véhicule (acquisition et assurance comprises, hors entretien). Si l'on ramène cette somme à la part urbaine de la distance parcourue totale des résidents des grandes agglomérations (41%, soit 760 kilomètres par an et par véhicule) et que l'on rajoute les dépenses de carburant correspondantes établies à partir de l'enquête-ménages lyonnaise, on obtient un coût annuel total de 1 690 francs par véhicule, soit un coût de revient de 2,23 f/km

Le taux d'équipement est de 7,5 véhicules pour 100 ménages, sachant que l'enquête-ménages ne considère que ceux utilisés régulièrement. Tous ménages confondus, la dépense annuelle moyenne est alors de 128 francs.

3.3. Les autres modes

Rollers et planches à roulettes apparaissent marginaux à Lyon en 1995 puisque seuls 0,21% des déplacements ont été enregistrés dans l'item « autres modes » de la variable « premier mode utilisé » lors de la dernière enquête-ménages.

Ces déplacements ont été affectés d'un coût nul.

3.4. Synthèse

D'un point de vue global les dépenses liées à ces autres modes et supportées par les ménages pour leur mobilité urbaine s'élèvent à 68 millions de francs par an. Ce coût est imputable en totalité aux déplacements en deux-roues motorisé. Les taxes prélevées sur ces dépenses s'élèvent à 12,9 MF de TVA et 3,7 MF de taxes spécifiques. Enfin le niveau de ces chiffres peut être relativisé en rappelant la dépense de 7,3 milliards engagée par ces mêmes ménages pour leurs déplacements automobiles et en transports collectifs dans l'agglomération.

4. LES DEPENSES DE LA COLLECTIVITE

Les dépenses qui ont été évoquées jusqu'à présent sont celles que les ménages consacrent à leurs déplacements. Une autre composante doit être considérée pour avoir une idée du coût global de la mobilité quotidienne au sein d'une agglomération comme Lyon : ce que la puissance publique, à travers les différentes instances qui la représentent (Etat, Région,

Département, Collectivités Locales, etc.), consacre aux transports, tant en investissement qu'en fonctionnement.

Depuis plusieurs années, les comptes déplacements se généralisent progressivement dans les grandes agglomérations françaises, avec pour objectif de rendre compte des grandes masses en jeu, du niveau de participation des acteurs impliqués et des évolutions des différents postes comptables, pour aider et rationaliser les actions publiques. Même si l'usage de ces comptes n'est pas encore généralisé, il nous semble cependant logique de s'appuyer sur les résultats qu'ils fournissent en matière de dépenses publiques lorsqu'ils existent, ou d'estimer ces dépenses en adoptant une démarche de calcul similaire lorsqu'ils n'ont pas encore été conçus.

Dans le cas de l'agglomération lyonnaise, il n'existe pour l'instant qu'un compte transports collectifs regroupant les réseaux TCL et Optibus. Il a donc été nécessaire de reconstituer les dépenses de la collectivité pour 1995. Soulignons que par souci de comparabilité de nos résultats avec ceux de Caroline Gallez sur l'Ile-de-France, certains choix ont été faits qui ne correspondent pas forcément à la méthodologie des comptes déplacements. Dans ce cas, nous avons testé les différentes options pour mesurer les variations introduites dans les résultats.

4.1. Les dépenses de voirie

Il n'existe pas encore sur Lyon de compte déplacements qui permette d'avoir une idée des grandes masses financières en jeu et de qui contribue à la mise en œuvre de tel ou tel service de transport. Nous avons donc pris contact avec les différents acteurs publics locaux qui nous ont fourni les données nécessaires. Nous tenons ici à remercier tout particulièrement les personnes suivantes qui nous ont aidé dans notre recueil des données :

Mrs Deffayet et Saraillon (DDE 69)
Juliette Gibot (DDE 01)
Mr Bollon (Conseil Général du Rhône)
Frédéric Girard Cambon et Philippe Gamon (Grand Lyon)
Didier Copy (LPA)
Eric Tabourin (LET)

Les dépenses recueillies ont été distinguées, de manière classique, entre fonctionnement et investissement.

Les tableaux ci-dessous reprennent les valeurs fournies par nos différents interlocuteurs, actualisées en francs de 1995. A chaque fois une dernière ligne indique les valeurs finalement retenues dans nos calculs, sachant que certains choix ont du être faits pour construire nos chiffres :

- Les dépenses de fonctionnement correspondent à ce qui est déclaré pour l'année 1995.
- Les dépenses d'investissement correspondent quant à elles à une moyenne des montants engagés au cours des 6 dernières années. Ceci permet de lisser les variations annuelles importantes qui existent du fait des engagements sur les gros investissements, la période de 6 années représentant la durée d'un mandat pour les collectivités, gommant ainsi en partie les cycles liés aux rythmes de la vie politique locale. Deux points méritent d'être soulignés à travers ce choix. D'une part il a été fait en cohérence avec le travail mené sur l'Ile-de-France, permettant ainsi d'assurer une bonne comparabilité des résultats ; d'autre part le choix s'étant porté sur les dépenses

d'investissement, il ne rend pas compte des frais financiers éventuels liés aux remboursements des emprunts auxquels ont fortement recours les collectivités locales.

- Les dépenses ont été fournies TTC. Le taux de TVA était de 18,6% avant 1995, année à laquelle il est passé à 20,6% au mois d'août (la moyenne retenue pour cette année étant, au prorata des mois, de 19,4%). Pour les dépenses d'investissement, cette TVA étant récupérable au cours des exercices suivants, elle a été déduite et n'apparaît plus dans les chiffres pris en compte.
- Selon les estimations présentées au chapitre 1, les résidents de l'aire de l'enquête ménages réalisent 50% des distances routières parcourues sur ce territoire. Pour prendre en compte correctement le coût de la mobilité de ces ménages sur leur agglomération, il convient donc de ne considérer que 50% des dépenses publiques en matière de voirie.

4.1.1. Les dépenses voirie du Grand Lyon

Tableau 65 : Budget Voirie du Grand Lyon, TTC, en MF 1995

<i>Année</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>Investissement</i>
1990	223	307
1991	218	261
1992	219	282
1993	219	425
1994	214	392
1995	216	351

données fournies par le Grand Lyon

Tableau 66 : Dépenses Voirie du Grand Lyon imputées aux résidents de l'aire EM Lyon 1995

<i>En MF95</i>	<i>Fonctionnement HT</i>	<i>dont TVA</i>	<i>Investissement HT</i>	<i>dont TVA</i>
1995	90	17,5	142	-

Fonctionnement : chiffres 1995 divisé par 2 (part de trafic des ménages résidents), avec un taux de TVA à 19,4%

Investissement : moyenne 90→95, divisée par 2 et TVA de 19,4% déduite

4.1.2. Les dépenses voirie du Conseil Général du Rhône

Tableau 67 : Budget Voirie du Conseil Général du Rhône, en MF 1995

<i>Année</i>	<i>Fonctionnement (estimation)</i>	<i>Investissement</i>	<i>Investissement exceptionnel</i>	<i>Total</i>
1989	65	1 032	0	1 097
1990	65	1 002	0	1 067
1991	65	972	0	1 037
1992	65	530	0	595
1993	65	550	249	864
1994	65	490	368	923
1995	65	420	260	745

données fournies par le Conseil Général du Rhône

Ces chiffres correspondent à l'ensemble du département. La part propre à l'aire de l'enquête ménages de Lyon a été estimée à 30% du total.

Tableau 68 : Dépenses Voirie du Conseil Général du Rhône (MF95) imputées aux résidents de l'aire EM Lyon 95

<i>En MF95</i>	<i>Fonctionnement HT</i>	<i>TVA</i>	<i>Investissement HT</i>	<i>TVA</i>
<i>1995</i>	8,2	1,6	102	-

4.1.3. Les dépenses voirie de la Région Rhône Alpes

La Région n'a pas de dépense particulière en matière de gestion et d'exploitation de la voirie sur son territoire. Elle participe par contre au développement de certaines grandes infrastructures. Sur l'aire de l'enquête ménages, au cours des années précédant 1995, elle a ainsi financé partiellement le Contournement Est de Lyon et l'A45, à hauteur respectivement de 128 et 12 millions de francs (chiffres fournis par la Région). La durée des travaux ayant été pour chacune d'elle d'environ 5 années, la dépense moyenne annuelle estimée pour la Région est de $25,6 + 2,4 = 28$ millions de francs, dont 4,4 de TVA déductible au cours des exercices suivants.

Les dépenses voirie de la Région Rhône Alpes correspondent donc à de l'investissement et s'élevaient pour 1995 à 23,6 MF95 (hors TVA déductible) soit 11,8 MF imputables aux résidents de l'agglomération.

4.1.4. Les dépenses voirie de la Direction Départementale de l'Équipement du Rhône

La DDE du Rhône a pu nous fournir de manière précise les dépenses qu'elle avait engagées entre 1989 et 1995 sur la partie du territoire de l'enquête ménages incluse dans le département du Rhône et correspondant, à peu de chose près, au territoire du SDAU.

Tableau 69 : Budget Voirie de la DDE du Rhône, TTC, en MF 1995

<i>Année</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>Investissement</i>
<i>1990</i>	56	175
<i>1991</i>	43	278
<i>1992</i>	38	385
<i>1993</i>	45	308
<i>1994</i>	63	115
<i>1995</i>	60	100

données fournies par la DDE 69

Tableau 70 : Dépenses Voirie de la DDE69 imputées aux résidents de l'aire EM Lyon 95

<i>en MF95</i>	<i>Fonctionnement HT</i>	<i>TVA</i>	<i>Investissement HT</i>	<i>TVA</i>
<i>1995</i>	32	4,9	96	-

4.1.5. Les dépenses voirie dans le département de l'Ain

La DDE de l'Ain nous a fourni, pour la période 1989-1995, les dépenses de fonctionnement et d'investissement qu'elle avait engagées sur la voirie nationale et pour le compte du département.

Tableau 71 : Budget Voirie de la DDE de l'Ain, TTC, en MF 1995

Année	Voirie Nationale (362 km)		Voirie Départementale (4 091 km)	
	Fonctionnement	Investissement	Fonctionnement	Investissement
1990	21	53	67	177
1991	25	69	73	218
1992	19	91	70	241
1993	18	76	48	235
1994	29	56	50	238
1995	26	64	49	262

données fournies par la DDE 01

Pour la voirie nationale, ces chiffres conduisent à une estimation de dépenses TTC de 72 KF par km en exploitation en 1995 et de 189 KF d'investissement par km, en moyenne annuelle sur 1990/1995. Pour la voirie départementale, ces chiffres sont respectivement de 12 et 56 KF/km.

A partir de la base GéoRoute de l'IGN, les longueurs de voirie de l'Ain recoupant l'aire de l'enquête ménages ont été évaluées à 30 km de voirie nationale et 233 km de voirie départementale. Les dépenses finalement retenues sont dès lors les suivantes :

Tableau 72 : Dépenses Voirie de la DDE 01 imputées aux résidents de l'aire EM Lyon 95

en MF95	Fonctionnement HT	TVA	Investissement HT	TVA
Voirie départementale	1,2	0,23	5,4	-
Voirie nationale	0,9	0,18	2,4	-

4.2. Les dépenses publiques en offre de stationnement public hors voirie

Dans l'agglomération lyonnaise, l'offre de stationnement public hors voirie est gérée dans sa quasi totalité par la société d'économie mixte Lyon Parc Auto (LPA), dont les chiffres nous ont servi de base de calcul.

D'après LPA, 6 000 places en ouvrage ont été créées entre 1989 et 1995 pour un budget global de 700 MF, soit 117 MF/an en moyenne. En exploitation les recettes équilibrent les dépenses de LPA. Elles ne seront pas considérées ici puisqu'elles sont déjà prises en compte à travers les dépenses des ménages.

Nous n'avons pas cherché à retrouver dans le détail les dépenses liées à ce type de stationnement dans toutes les communes de l'agglomération. Notons simplement que Villeurbanne, 2^{de} commune par sa population et sa densité, ne compte qu'un parking public en ouvrage qui était déjà construit en 1989 et dont le coût n'a donc pas lieu d'être considéré, compte tenu de la méthode de calcul retenue.

L'hypothèse globale qui est faite au niveau de l'agglomération est donc qu'en investissement les places réalisées sous la responsabilité de LPA couvrent le développement de l'offre ; en exploitation les recettes, déjà comptabilisées à travers les dépenses des ménages, équilibreraient les dépenses de fonctionnement.

Tableau 73 : Dépenses publiques en offre de stationnement hors voirie (MF95) imputées aux résidents de l'aire EM Lyon 95

<i>en MF95</i>	<i>Fonctionnement HT</i>	<i>TVA</i>	<i>Investissement HT</i>	<i>TVA</i>
1995	-	-	58	-

4.3. Les dépenses de la collectivité en matière de transports collectifs

Les dépenses de la collectivité en matière de transports collectifs ont été limitées aux éléments du compte transports fournis par le SYndicat des TRansports de l'Agglomération Lyonnaise (SYTRAL), qui établissent un bilan pour les transports urbains.

Les cars interurbains et la desserte ferrée qui sont parfois utilisés par les Lyonnais pour leurs déplacements au sein de l'agglomération ne sont donc pas considérés. En effet le nombre très limité de déplacements de ce type réalisés par les Lyonnais (Cf. § 2) nous a conduit à estimer que les dépenses collectives afférentes sont à imputer à des types de mobilités non pris en compte ici (ceux des résidents de grande périphérie et des Lyonnais se déplaçant à l'extérieur de l'aire d'enquête). Il va sans dire qu'avec une aire d'enquête élargie au bassin d'emploi et/ou un développement important de la desserte périurbaine par des systèmes de transports collectifs à forte capacité, cette hypothèse serait à reconsidérer.

Dans l'autre sens, les coûts du réseau des transports en commun lyonnais ont été en totalité imputés aux déplacements des résidents de l'aire d'enquête. Les déplacements TC internes à l'agglomération des non-résidents sont donc considérés comme négligeables, au contraire du cas du trafic routier.

Du compte consolidé du Sytral, qui fait un bilan des dépenses et recettes entre 1992 et 1996, peuvent être extraites les informations suivantes⁶⁵ :

Tableau 74 : Dépenses d'exploitation et d'investissement pour les transports collectifs urbains à Lyon, TTC, en MF 1995

	<i>Réseaux</i>		<i>Gestion</i>	<i>Total</i>	<i>Dépenses d'équipement</i>
	<i>TCL</i>	<i>Optibus</i>	<i>SYTRAL</i>	<i>exploitation</i>	<i>- Investissement -</i>
1992	1 217	10	18	1 245	891
1993	1 238	10	22	1 270	651
1994	1 282	10	26	1 318	568
1995	1 307	11	24	1 342	618
1996	1 312	13	29	1 353	676

A partir du compte consolidé Sytral

⁶⁵ Cf. p. 19 de *Cinq années de politique financière – 1992 - 1996 - Bilan et perspectives*. Publication Sytral, 1998.

Des dépenses d'exploitation, il faudra retirer les recettes liées aux titres de transport payés par les ménages puisqu'ils sont déjà comptés par ailleurs. Il convient de souligner la convergence des résultats puisque nos calculs à partir de l'enquête-ménages conduisent à une estimation de dépense annuelle totale des Lyonnais de l'ordre de 606 MF95 alors que les comptes Sytral indiquent 601 MF95 de recettes voyageurs, soit une différence de 1%. En dehors des hasards heureux dans les approximations successives qui ont été faites, permettant sans doute une telle proximité des résultats, il apparaît que l'enquête-ménages donne une bonne représentation de la mobilité TC dans l'agglomération lyonnaise.

Avec un taux de TVA de 5,5% sur l'exploitation, hors frais de gestion du Sytral (sans TVA), et une TVA sur l'investissement récupérable en presque totalité au cours des exercices suivants⁶⁶, les dépenses de la collectivité en matière de transports publics ont pu dès lors être évaluées.

Tableau 75 : Dépenses en matière de TCU imputées aux résidents de l'aire EM Lyon 95

<i>en MF95</i>	<i>Fonctionnement HT</i>	<i>TVA</i>	<i>Investissement HT</i>	<i>TVA</i>
1995	1 273*	69	682	-

* y. c. recettes voyageurs (606 MF, dont 32 MF de TVA)

4.4. Dépenses de la collectivité : synthèse

L'ensemble des chiffres qui viennent d'être reconstitués peut être repris pour avoir une vue synthétique des grandes masses financières en jeu dans la participation de la collectivité au bon fonctionnement du système de déplacements urbains dans une agglomération comme Lyon. Rappelons que pour avoir une idée plus exacte des dépenses réelles de la collectivité sur ce territoire, il convient de multiplier les dépenses de voirie et de stationnement par deux, la moitié manquante dans le Tableau 76 ci-dessous étant imputée à des déplacements autres que ceux réalisés dans le cadre de la mobilité urbaine des résidents de l'agglomération.

Tableau 76 : Dépenses annuelles de la collectivité pour la mobilité urbaine des résidents de l'agglomération lyonnaise (chiffres TTC, en MF95)

	<i>Fonctionnement</i>	<i>Investissement</i>	<i>Total TTC</i>	<i>Dont TVA</i>
Voirie	157	359	516	24
<i>dont Grand Lyon</i>	108	142	250	18
<i>Département 69</i>	10	102	112	2
01	1	5	7	0
<i>Région Rhône Alpes</i>	-	12	12	-
<i>Etat : DDE69</i>	36	96	132	5
DDE01	1	2	3	0
Stationnement	99 *	58	157	16
Transports collectifs	1 342 *	682	2 024	69
Total	1 598	1 099	2 697	109

* y. c. recettes (stationnement et voyageurs TC)

⁶⁶ Il existe une TVA non récupérable sur la dotation aux amortissements. Elle s'élevait à moins de 0,3 MF en 98 et a été considérée comme négligeable dans le cadre de ce travail, compte tenu des ordres de grandeurs manipulés par ailleurs.

5. AUTRES COÛTS LIÉS À LA MOBILITÉ DES LYONNAIS DANS LEUR AGGLOMÉRATION

Les dépenses des ménages et celles de la puissance publique assurent l'essentiel de la mobilité individuelle. D'autres acteurs interviennent cependant qui, à travers leur contribution, finissent de donner sa cohérence globale au système des déplacements urbains : les employeurs d'abord, entreprises et administrations confondues, qui participent de diverses manières à l'accessibilité de leur site à leurs employés ; les commerces ensuite, à travers les emplacements de parking qu'ils offrent à leur clientèle.

5.1. La participation des employeurs

Les employeurs facilitent de multiples façons les déplacements domicile-travail de leurs employés, à travers notamment le Versement Transport côté transports collectifs et l'offre de stationnement côté automobile.

5.1.1. Pour les Transports Collectifs

Le Versement Transport

Les employeurs participent largement au fonctionnement du système de transports collectifs. Les comptes du SYTRAL indiquent que le Versement Transport s'élevait à 917 MF95 pour l'année 1995, ce qui représentait 39% des recettes de fonctionnement du réseau lyonnais.

Cette somme n'est cependant pas à rajouter, elle contribue à équilibrer les dépenses d'investissement et d'exploitation qui ont déjà été présentées.

Ainsi, sur Lyon, les entreprises financeraient 39% du système des transports collectifs urbains, les ménages apportant les 61% restants, soit directement sous forme de recettes (30%), soit à travers la contribution des collectivités locales (31%).

Le transport employeur

Une autre manière pour les employeurs de faciliter l'accès au travail de leurs salariés passe par la formule du transport employeur. Ce type de service, qui a pu être relativement important il y a quelques décennies au sein des grosses entreprises, est aujourd'hui très marginal. L'enquête-ménages relève 96 déplacements, ce qui représente moins de 0,7% des déplacements domicile-travail. Même si les sommes en jeu peuvent encore représenter quelque chose pour les entreprises qui offrent ce service, la dépense globale n'est pas significative et nous n'avons pas recherché à l'établir précisément.

5.1.2. Pour l'automobile

L'offre de stationnement

L'offre de stationnement et le coût qu'elle représente demeurent insuffisamment pris en compte dans ce travail. Notre première évaluation, qui intègre une estimation des dépenses

des ménages ainsi que les investissements des collectivités territoriales en matière d'infrastructures lourdes de parkings publics, conduit à une somme de $811 + 58 = 869$ MF95 HT. Mais les entreprises et les administrations participent également de manière conséquente à cette offre de stationnement en fournissant à leurs employés les moyens de se garer sur leur lieu de travail.

L'enquête-ménages permet de reconstituer, quoique de manière sans doute incomplète, cette composante du coût de l'automobile. On peut en effet repérer, au sein de cette base, l'ensemble des déplacements domicile-travail réalisés en voiture en tant que conducteur et se terminant par un stationnement sur un parking employeur. Si l'on ne considère qu'un déplacement de cette nature par personne pour éviter de compter plusieurs fois un même emplacement (notamment si la personne fait du retour à domicile le midi), on obtient une estimation *a minima* de ce qu'offrent les employeurs de l'agglomération en matière de stationnement pour leurs employés résidant dans l'agglomération. Cette estimation correspond sans doute à un plancher car il est tout à fait possible que dans certains cas, notamment en périphérie, l'offre de stationnement soit supérieure au strict nécessaire.

L'exploitation de l'enquête-ménages fait bien ressortir, comme dans le cas du stationnement résidentiel, la contrainte que représente le degré d'urbanisation sur la capacité des entreprises et des administrations à fournir ce service à leurs employés (Tableau 77).

Tableau 77 : Lieu de stationnement des automobiles lors des déplacements réalisés pour aller travailler

	Hypercentre	Centre	1 ^{ère} Périphérie	2 ^{de} Périphérie	Ensemble
<i>Entreprise & Administration</i>	24 %	49 %	57 %	71 %	55 %
<i>Espace public gratuit</i>	29 %	33 %	23 %	15 %	26 %
<i>Espace public payant</i>	32 %	3 %	2 %	0 %	4 %
<i>Autre</i>	15 %	15 %	18 %	13 %	15 %
<i>Total</i>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

A partir de l'Enquête Ménages de Lyon 1995

Pour estimer le coût lié au stationnement offert sur le lieu de travail, nous avons repris les ratios établis pour le stationnement résidentiel : 600 francs/mois dans l'hypercentre, 250 dans le centre, 150 en première couronne et 75 en seconde. On obtiendrait alors une dépense annuelle globale de 259 MF95 (217 MF HT et 42 MF de TVA) consentie par les entreprises et les administrations de l'agglomération lyonnaise pour offrir des emplacements de stationnement à leurs employés résidant à l'intérieur du périmètre de l'enquête-ménages⁶⁷.

Soulignons également que le stationnement sur un espace public payant dans le cadre du travail est remboursé par les entreprises dans 48% des cas en moyenne (52% en hypercentre).

Les remboursements de frais de déplacements

Les entreprises peuvent également prendre en charge le coût des déplacements eux-mêmes. L'enquête-ménages de Lyon apporte quelques indications sur ce type de dépenses, sans que l'on puisse aller très loin.

⁶⁷ Ceci ne correspond bien évidemment pas à la dépense « réelle » : outre l'éventuelle surcapacité (notamment en périphérie) que nous n'avons pas les moyens de saisir ici, l'offre de stationnement pour les employés résidant à l'extérieur du périmètre d'étude n'est pas intégrée - ce qui est cohérent avec toute la démarche de calcul de ce rapport.

Tout d'abord, s'il existe une question sur le payeur du déplacement dans l'enquête, elle ne s'adresse qu'à la mobilité automobile. Dans ce cas, 7% des déplacements seraient remboursés par l'employeur, 12% pour les déplacements domicile-travail. On ne sait cependant pas à quelle hauteur s'opère le remboursement.

Un autre indice est fourni par le rapport entre le nombre de voitures possédées par les ménages lyonnais (1,088) et celles à leur disposition (1,154) : 7% des automobiles ne leur appartiennent pas en propre. Une partie d'entre elles correspondent à des prises en charge dans le cadre du réseau familiale, comme par exemple des parents pour leurs enfants étudiants ; le reste relève sans doute essentiellement de véhicules mis à disposition par l'employeur, sans que l'on puisse faire la part entre ces deux principaux cas.

Disons simplement qu'il apparaît que les employeurs prennent en charge au plus 7% de la mobilité automobile quotidienne des ménages lyonnais (i.e. en supposant que les remboursements des déplacements soient complets), ce que ne contredit pas l'information disponible concernant les véhicules à disposition. Ceci représenterait alors une charge de 462 MF95, dont 67 de TVA.

L'ensemble des dépenses est cependant restée affectée aux ménages. La participation des entreprises apparaît bien dans les coûts globaux mais sa part étant mal appréciée, elle n'est pas attribuée au bon acteur économique.

5.2. Une dernière inconnue : l'offre de stationnement des commerces

Enfin, dernier poste sans doute significatif mais non estimé, l'offre de stationnement des commerces. Ne disposant pas d'information précise sur ce point, ni sur le nombre d'emplacements offerts, et encore moins sur l'estimation de leur coût moyen, nous ne l'avons pas intégré dans ce travail.

5.3. Synthèse

Cette partie a permis de mieux cerner la participation des entreprises à la mobilité urbaine quotidienne des lyonnais.

A travers le versement transport (917 MF95), elles financent 39% des coûts de fonctionnement et d'investissement du système de transports collectifs urbains ; à travers la prise en charge d'une partie des déplacements non professionnels de leurs employés, elles couvriraient au plus 7% des dépenses automobiles des ménages (462 MF95). Cependant ces deux premiers chiffres ne modifient pas l'estimation du coût de la mobilité urbaine qui a déjà été réalisée au cours des parties précédentes. Ils permettent simplement de mieux ajuster qui paye quoi.

La prise en compte de l'offre de stationnement des entreprises et administrations auprès de leurs salariés vient par contre se rajouter aux précédentes estimations. La dépense annuelle globale de 257 MF95 TTC ainsi évaluée et additionnée au coût total de l'automobile conduit à une estimation du passager kilomètre en automobile de 1,30 franc 95, soit une augmentation de 4,4% du coût collectif global. Le stationnement passe alors de 18 à 22% de ce coût.

Il manque malheureusement une estimation de la dépense consentie par les commerces en matière d'offre de stationnement pour disposer d'une vision à peu près exhaustive du coût

comptable de l'automobile. En référence à l'offre de stationnement des entreprises, soulignons que l'enjeu reste cependant de l'ordre de quelques centimes supplémentaires par passager kilomètre et que les ordres de grandeur se trouvent établis.

6. LE COUT DE LA MOBILITE DANS L'AGGLOMERATION LYONNAISE : RESULTATS ET MESURE DES INCERTITUDES

Globalement l'ensemble des chiffres produits apparaît robuste. Les dépenses des ménages recourent les évaluations nationales en ce qui concerne l'automobile, les comptes transports du SYTRAL pour les transports collectifs. Ceci ne signifie certainement pas que les chiffres retenus et exposés ici soient à prendre tels quels. A travers les hypothèses qui ont été posées et les choix qui ont été faits, cinq points notamment nous semblent susceptibles d'être discutés. Ils concernent les manières de prendre en compte (1) les trafics à l'intérieur de l'agglomération, (2) les infrastructures existantes par rapport à celles en développement, (3) les dépenses liées au fonctionnement des administrations en charge de la voirie, (4) les taxes spécifiques prélevées par l'Etat et (5) l'évaluation des dépenses des ménages, notamment en matière d'entretien et de réparation de leurs véhicules. Les paragraphes suivants testent l'impact sur les résultats d'éventuelles mauvaises appréciations des valeurs en jeu dans les hypothèses de départ ; elles fournissent également quelques éléments justifiant nos choix, à la lumière notamment des enjeux que cadre le tableau Tableau 78 figurant dans la conclusion du chapitre.

6.1. L'estimation du trafic automobile

La connaissance du trafic automobile au sein de l'agglomération est loin d'être parfaite et l'on peut s'interroger sur les conséquences d'une mauvaise évaluation dans ce domaine. Comme au cours du premier chapitre deux cas peuvent être distingués : l'estimation des trafics non pris en compte et le calcul des kilométrages annuels des Lyonnais dans leur agglomération à partir des distances déduites de l'enquête ménages.

Une mauvaise estimation des trafics non pris en compte va jouer sur l'imputation des dépenses de la collectivité entre les ménages résidents et les autres acteurs se déplaçant dans l'agglomération. Cependant, ces dépenses étant relativement faibles par rapport à celles des ménages, les résultats finaux restent très stables : une correction de $\pm 25\%$ sur l'estimation des trafics pris en compte au sein de l'agglomération (soit 62,5% ou 37,5% puisque le trafic des résidents a été estimé à 50% du trafic total) ne conduit qu'à une variation de $\pm 2,8\%$ du coût global de l'automobile (dépenses des ménages et de la collectivité confondues, hors taxes et doubles comptes).

Une mauvaise clé de passage entre les trafics quotidiens enregistrés dans l'enquête ménage et l'estimation du trafic annuel urbain des automobilistes lyonnais n'a pas le même impact. Les masses financières en jeu ne se trouvent pas ou peu modifiées, à l'exception du carburant : dans ce cadre une correction de $\pm 25\%$ des trafics estimés n'entraîne qu'une variation de 1,8% du coût global de l'automobile. Par contre, les kilométrages étant remis en cause, le coût unitaire du passager kilomètre est fortement affecté : il passerait de 1,30 à 1,01 ou 1,59 f/pass.km, soit une variation de $\pm 22,5\%$.

6.2. Infrastructures existantes et infrastructures nouvelles

Les frais financiers liés aux investissements n'ont pas été pris en compte dans les calculs. Rajoutés sur 1995 (hors moyenne sur 6 ans puisque les remboursements d'emprunts opèrent eux-mêmes un lissage temporel) pour les TC, ils renchérisse d'environ 25% la facture de l'investissement qui passe de 682 à 853 millions de francs (Cf. Compte Sytral). Cependant les coûts des transports collectifs urbains étant composés au 2/3 de coûts de fonctionnement, il n'augmentent *in fine* que de 8,7% par rapport à l'hypothèse initiale. Pour l'automobile les effets sont négligeables compte tenu du faible poids des investissements dans le coût final : un même surcoût de 25% de frais financiers sur les investissements des collectivités territoriales renchérit les dépenses publiques de 14,5% mais entraîne une hausse globale du coût de l'automobile limitée à 1,6%.

On peut également s'interroger sur la valeur des stocks d'infrastructures de plus de 6 ans même si, là encore, son poids reste sans doute limité compte tenu de la valeur relative des investissements dans le coût global des déplacements. Ce point mériterait d'être approfondi pour pouvoir être mieux étayé.

6.3. Le coût de fonctionnement des administrations

Les dépenses fournies par les services de l'Etat et les collectivités territoriales ne prennent pas en compte les coûts propres de leurs structures. En effet la comptabilité publique ne permet pas de mettre en évidence facilement ce type de dépenses.

Une exploration rapide de cette composante du coût laisse supposer qu'elle reste peu importante par rapport au reste. Ainsi elle ne représenterait que 6 à 7% des dépenses de fonctionnement du Grand Lyon, et serait un peu plus élevée, de l'ordre de 16% en DDE⁶⁸. Les évaluations présentées ici sont établies sans la prendre en compte. Cependant, même si elle constituait une part non négligeable du fonctionnement, l'enjeu global resterait limité. En supposant qu'elle soit du même ordre que les dépenses de fonctionnement engagées de manière explicite dans la comptabilité des administrations, soit un doublement du poste considéré, les dépenses publiques en matière de voirie et de circulation ne croîtraient globalement que de 20% et les dépenses totales pour l'automobile augmenteraient d'à peine 2%...

Ces premières estimations, qui nous ont conduits à négliger ce poste, pourraient être approfondies dans le cadre d'un exercice exigeant des résultats plus détaillés.

⁶⁸ Ces estimations sont obtenues en faisant une imputation des coûts au prorata du personnel.

Le Grand Lyon est composé de 5 300 personnes pour un budget annuel de fonctionnement de 143 millions de francs, soit 26 980 f/pers. Le service voirie est composé de 600 personnes, soit 16,2 millions de francs, ce qui équivaut à 6,7% des dépenses de fonctionnement voirie déclarées par le Grand Lyon en 1995.

Pour la DDE du Rhône, le montant calculé des dépenses 1999 en personnel pour l'entretien, l'exploitation et la sécurité s'élève à 34 millions de francs d'après la répartition des postes d'agents (179 agents dans l'enquête ISOARD) et le coût annuel par macro-grades (13 groupes). Si l'on fait l'hypothèse (sans doute rapide) que l'aire du SDAU de Lyon représente un tiers des dépenses et que l'on ramène cette somme aux 60 millions de dépenses de fonctionnement estimées sur ce périmètre en 1995, on obtient un taux de dépenses internes de l'ordre de 15,9% des dépenses de fonctionnement totales.

6.4. Taxes spécifiques et TIPP

En matière de double-comptes, on peut s'interroger sur les taxes spécifiques prélevées par l'Etat sur la mobilité urbaine des Lyonnais et reversées au niveau du réseau national. En effet, l'intérêt de la voirie à l'intérieur de l'agglomération lyonnaise ne prend toute sa dimension que lorsqu'il est complété par le réseau national, comme en témoigne le fait que les résidents des grandes unités urbaines françaises réalisent près de 60% de leur kilométrage en dehors de leur agglomération : en ce sens il peut apparaître logique de prendre en compte les taxes spécifiques à l'automobile prélevées sur les déplacements intraurbains, même si elles ne bénéficient pas directement au réseau local. Il y a sans doute matière à explorer dans cette direction. Cependant, compte tenu du rapport entre ce que l'Etat (hors collectivités territoriales) prélève en taxes spécifiques et reverse sur la route, il semble que les masses financières à imputer soient très limitées une fois déduites les dépenses des DDE du Rhône et de l'Ain à l'intérieur du périmètre de l'enquête ménages de 1995.

6.5. La dépense automobile des ménages

Un dernier point concerne l'importance des dépenses automobiles des ménages dans l'évaluation globale. Ici, les ordres de grandeurs semblent apparemment bien cernés. Par contre une correction, même minime, des estimations sera immédiatement sensible dans le résultat final. Les deux postes qui mériteraient d'être affinés en priorité sont le stationnement résidentiel et, surtout, l'entretien et la réparation des automobiles. Ce dernier poste, établi à partir de chiffres nationaux, apparaît correct à un niveau agrégé. En revanche, au niveau des ménages, l'affectation selon le revenu et l'équipement automobile (revenu bas/moyen/faible, croisé avec le nombre de véhicules à disposition) en fonction de leurs dépenses d'assurance conduit sans doute à limiter la variabilité des estimations. Même si ce poste ne représente que 17% de leur budget automobile, une prise en compte plus fine pourrait permettre une comparaison plus fouillée des contraintes et des stratégies propres aux différents types de ménages envisagés.

7. CONCLUSION

Les principaux résultats qui ont été obtenus tout au long de ce chapitre sont dispersés au milieu de la présentation des méthodologies de calcul. Ils méritent maintenant d'être repris et mis en perspective au sein de cette conclusion générale. Une lecture à trois niveaux, global, par ménage et au kilomètre parcouru, permet de faire ressortir des enjeux de nature différente.

1) Bilan global : un système de transports tourné vers l'automobile, à la charge des ménages

Dans un premier bilan global, les dépenses qui ont été reconstituées demandent à être rassemblées et mises en cohérence pour éviter les double-comptes. Par exemple pour les transports collectifs, les dépenses des ménages représentent 755 millions de francs, dont 606 pour les titres de transports urbains proprement dits : ces dépenses s'inscrivent en recette des réseaux TC et permettent de financer une partie des dépenses de fonctionnement. Il en va de même du stationnement payant dans le cas de l'automobile. Les taxes diverses perçues par l'Etat, avec notamment la TVA et la TIPP sur les carburants, constituent également une autre source de double-comptes à éviter si l'on veut avoir une idée du coût global du système de transport d'une agglomération. Les montants en jeu ayant été estimés et explicités au cours des parties précédentes, nous ne reviendrons pas ici sur leur calcul.

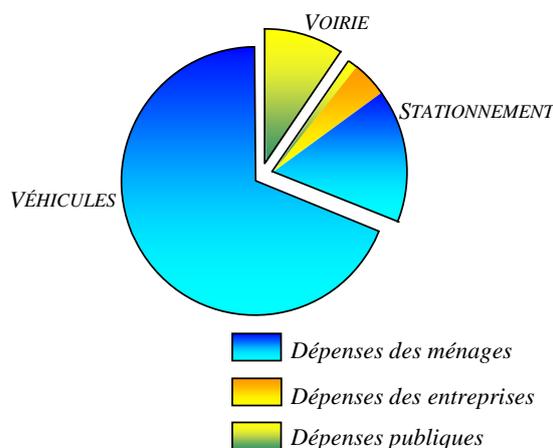
Tableau 78 : Dépenses totales liées à la mobilité des Lyonnais dans leur agglomération en 1995

Chiffres en MF95		Dépenses TTC	TVA	Taxes spécifiques	Dépenses HT
VP	Ménages	6 504	954	1 256	4 294
	Employeurs (stationnement)	259	42		217
	Collectivité (voirie, stationnement)	574	24		549
	Total VP	7 337	1 020	1 256	5 060
TCU	Ménages	606	32		574
	Collectivité	1 418	37		1 381
	Total TCU	2 024	69	0	1 955
Autres modes (dépenses ménages)	Autres TC	150	19		131
	2 Roues Motorisés	68	13	4	51
	Modes non motorisés	0	0	0	0
	Total autres modes	218	32	4	182
Total tous modes confondus		9 579	1 122	1 260	7 198

Le premier résultat évident concerne les ordres de grandeurs des sommes en jeu. Hors taxes pour éviter tout double compte, l'automobile représente 70% des dépenses, les transports collectifs 27% et les autres modes 2,5%. L'évaluation correcte des dépenses repose donc sur les hypothèses et calculs au niveau de la voiture et des TCU.

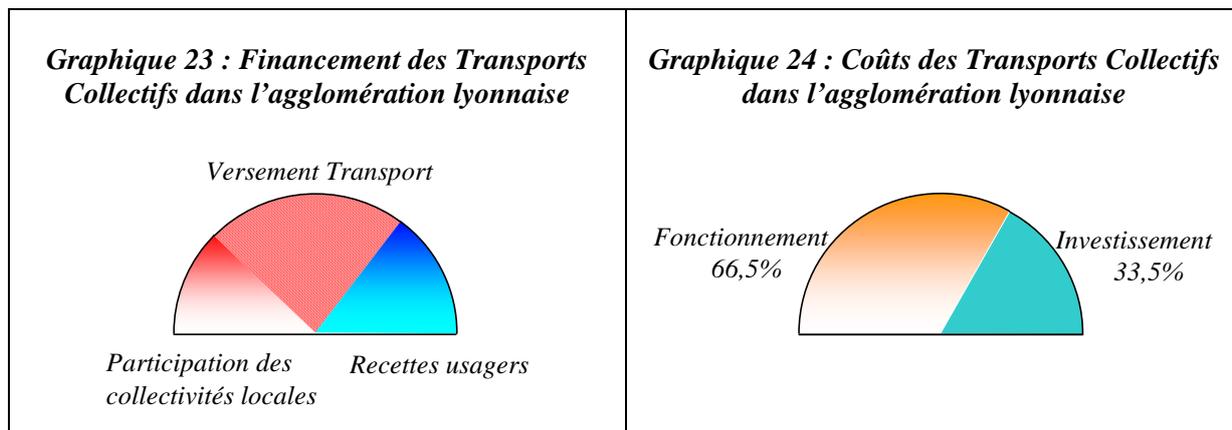
Une autre opposition, classique, qui peut être en faite lorsqu'on compare véhicules particuliers et transports collectifs concerne l'implication relative de la puissance publique et des ménages.

Dans un premier bilan hors taxe, les dépenses des Lyonnais pour leurs déplacements en voiture dans l'agglomération automobilistes couvrent 84% des coûts. La prise en compte des taxes spécifiques (TIPP notamment) conduit à dépassement de 10% des besoins financiers strictement nécessaires à la voiture. Le coût des infrastructures de voirie ne représenterait qu'une faible part du coût global de la mobilité automobile (492 milliards de francs, soit 9,7% du coût total hors taxes). Les dépenses consacrée aux espaces de stationnement constituent une part plus conséquente (collectivités publiques : 58 milliard, entreprises 217 milliards, ménages 811 milliards, soit 21,5% sans prendre en compte les places offertes par les commerces). Enfin les coûts liés aux véhicules sont largement prédominants avec 3 483 milliards, soit 68,8%, pris en charge par les ménages.

Graphique 22 : Financements et coûts de l'automobile dans l'agglomération lyonnaise

Les dépenses liées aux transports collectifs sont quant à elles essentiellement prises en charge par les collectivités territoriales (70,6%) grâce au Versement Transport (917 milliards de francs) et au produit de la fiscalité traditionnelle (501 milliards). Le complément vient des

usagers, qui couvrent donc 29,4% du coût des transports collectifs. Par ailleurs, les dépenses d'investissement, sans être négligeables, restent moins fortes que le coût de fonctionnement du système (33,5% contre 66,5%) du fait de l'importance de la main d'oeuvre nécessaire.



2) Le point de vue des ménages : des niveaux de dépenses très différenciés selon le revenu et la localisation

L'analyse que l'on peut faire du point de vue des ménages est différente de celle qui vient d'être évoqué : d'une part, les taxes sont à prendre en compte, d'autre part, il existe des variations de dépenses très importantes, de l'ordre de 1 à 3, suivant les revenus et la localisation.

Tableau 79 : Dépenses VP et TC liées à la mobilité des ménages lyonnais dans leur agglomération en 1995, en fonction de leur revenu et de leur localisation résidentielle

Automobile					Transports Collectifs				
Revenu	Centre	1 ^{ère} cour.	2 ^{ème} cour.	Ensemble	Revenu	Centre	1 ^{ère} cour.	2 ^{ème} cour.	Ensemble
Bas	4 992	9 108	11 796	7 704	Bas	2 088	2 400	1 500	2 004
Moyen	7 920	12 216	14 388	10 620	Moyen	1 536	1 092	912	1 272
Haut	14 232	22 056	22 560	18 216	Haut	1 548	1 140	1 212	1 368
Ensemble	9 012	14 388	16 188	12 156	Ensemble	1 716	1 548	1 188	1 536

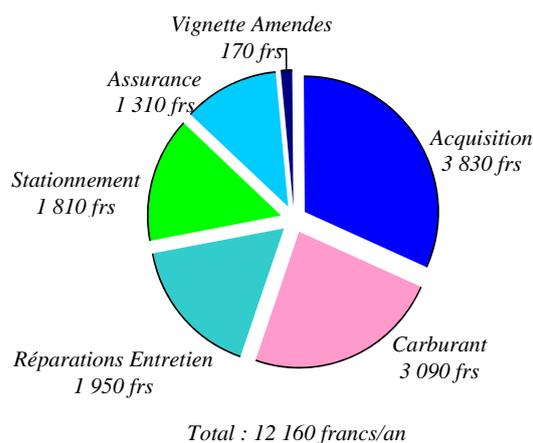
Sur 13 660 francs dépensés en moyenne par chaque ménage lyonnais pour se déplacer au sein de leur agglomération, 31% correspondent à des taxes perçues par l'Etat, au titre de la TVA (14%), de la TIPP (17%) et des autres taxes diverses que sont la vignette, la carte grise ou la taxe spécifique sur les assurances (3%). Comme l'essentiel de ces taxes porte sur la possession et l'usage de l'automobile, le poids de ce mode dans le budget des ménages s'en trouve encore renforcé : 89%, soit 12 160 francs par an consacrés à la voiture pour se déplacer au sein de l'agglomération.

Une analyse détaillée des dépenses suivant les caractéristiques des ménages étant présentée dans le chapitre suivant, il n'y a pas lieu ici d'approfondir cette question. Deux remarques générales peuvent être néanmoins faites sur la nature différente des dépenses automobile et en transports collectifs.

Concernant l'automobile tout d'abord, il faut insister sur l'importance des coûts fixes dans **Graphique 25 : Décomposition des dépenses des**

le total de ces dépenses qui lui sont consacrées. Les frais d'acquisition, d'assurance, de vignette et de stationnement (ce dernier poste correspond pour les ménages en quasi totalité aux coûts de stationnement résidentiel) constituent 58% des dépenses et ne varient pas suivant les kilométrages réalisés dans l'année. De même les dépenses d'entretien et de réparations (16%) sont en partie liées à l'âge du véhicule tout autant qu'aux distances qu'il parcourt. Enfin, le carburant, directement lié à l'usage, représente un quart du coût annuel de la mobilité automobile urbaine. Cette structure

Lyonnais pour leur mobilité automobile urbaine



moyenne varie suivant les ménages, mais elle permet de souligner que l'accès et l'usage de l'automobile fonctionnent, sinon en logique de tout ou rien, du moins avec des effets de seuil importants.

Les transports collectifs sont, quant à eux, beaucoup plus pris en charge par les collectivités territoriales et les usagers lyonnais, nous l'avons vu, ne paient que 1/3 du coût total. Ce sont les ménages à faible revenu du centre et de 1^{ère} couronne qui consacrent les dépenses les plus importantes en la matière (Cf. Tableau 79), soulignant par là le rôle social affirmé, même s'il n'est certainement pas unique, de ce mode de transport.

3) Un coût kilométrique à l'avantage de l'automobile ?

Un troisième regard peut être porté sur la dimension économique de la mobilité urbaine des Lyonnais en observant le coût du voyageur-kilomètre.

Du point de vue collectif, un déplacement automobile reviendrait à 1,30 francs par passager kilomètre, pour 2,81 francs en transports collectifs⁶⁹. Ceci représente un écart de l'ordre de 1 à plus de 2 entre les coûts unitaires des deux modes, qui nous conduit avant tout à rechercher les éléments du débat et des interrogations que les chiffres ainsi produits peuvent susciter.

Tout d'abord la différence de coûts entre les deux modes peut toujours être discutée d'un point de vue méthodologique.

- D'une part, si les chiffres avancés pour les transports collectifs et les dépenses des ménages nous semblent solides, les dépenses des collectivités en matière de voirie méritent sans doute d'être consolidés, même si les ordres de grandeurs ne risquent guère d'être modifiés ou d'influer sur le résultat final.
- Ensuite, les frais financiers liés aux investissements ne sont pas pris en compte. Pour les TC ils renchérraient d'environ 9% la facture finale et pour l'automobile les effets apparaissent négligeables compte tenu du faible poids des investissements dans le coût total. On peut également s'interroger sur la valeur des stocks d'infrastructure accumulés sur le long terme, mais, là encore, son poids reste sans doute limité compte

⁶⁹ Ces chiffres sont établis sachant qu'en 1995 157 millions de déplacements pour 789 millions de kilomètres ont été réalisés par les Lyonnais en transports collectifs (dont respectivement 143 et 696 millions sur le réseau TCL) ainsi que 583 millions de déplacements pour 3,14 milliards de kilomètres parcourus par les automobiles des résidents (avec un taux de remplissage moyen de 1,26 personne par véhicule).

tenu de la valeur relativement faible des investissements dans le coût global des déplacements.

- Enfin, seules les dépenses ayant réellement donné lieu à un échange marchand sont considérées dans ce chapitre. Ni les coûts liés à l'occupation de l'espace, ni ceux liés aux externalités diverses (pollution, bruit, insécurité, etc.) n'ont été valorisés et comptabilisés à ce niveau économique. Ils ont été pris en compte au sein de la dimension environnementale et ne doivent pas être oubliés de l'analyse à travers une lecture exclusive des seules valeurs monétaires.

Par ailleurs la discussion peut également se porter sur le rôle des Transports Collectifs dans l'organisation du système des transports urbains.

- D'une part, dans les zones centrales où les flux sont plus concentrés, leur rendement est largement meilleur que le chiffre moyen de 2,81 francs par passager-kilomètre ne le laisse penser. On peut supposer que leur compétitivité, du point de vue de la collectivité, devient tout à fait réelle même si nous n'avons pas les moyens de l'illustrer ici. Plus généralement, cette efficacité ne doit pas simplement être considérée par elle-même, elle s'intègre dans une dynamique complexe où les différents modes et réseaux interagissent entre eux, comme le rappellent les problèmes de circulation en cas de grève des bus ou, d'un point de vue plus théorique, la conjecture de Modgridge⁷⁰.
- Par ailleurs les transports collectifs assurent un rôle social important en permettant aux personnes n'ayant pas accès à la voiture de pouvoir se déplacer correctement dans leur agglomération. Le surcoût des transports collectifs, notamment en périphérie, apparaît là comme le prix à payer pour que toutes les composantes de la population aient droit au transport. Une option de développement exclusivement tournée vers l'automobile, économiquement plus efficace, entraînerait des exclusions socialement peu supportables. Le politique, à travers les arbitrages qu'il fait, assume nos choix collectifs en la matière.

L'écart très important entre les coûts monétaires au passager-kilomètre en transports collectifs et en automobile, n'épuise pas, et de loin, le débat. L'analyse économique telle qu'elle a été menée ici n'a aucun sens si elle sert à opposer les deux modes alors qu'ils constituent deux composantes complémentaires qui permettent d'assurer la mobilité urbaine des résidents d'une agglomération. Elle peut éventuellement pousser à s'interroger sur les moyens de rendre un mode financièrement plus performant à qualité de service identique mais l'absence de prise en compte des dimensions environnementales et sociales de la mobilité et des interactions entre les modes empêche d'aller plus loin. La confrontation modale aura plus de

⁷⁰ Travaillant sur les questions de transport dans l'agglomération londonienne, Mogridge a constaté qu'en centre-ville, d'une part les vitesses de déplacement sont restées à peu près constantes à travers le temps alors que le trafic avait doublé, et d'autre part les temps de parcours porte à porte des automobiles et des transports collectifs en site propre (rail) étaient sensiblement équivalents. Pour expliquer ce phénomène, Mogridge a supposé que l'induction de trafic provoquée par tout investissement routier annihilait les améliorations de vitesses escomptés et que la concurrence intermodale en situation de congestion tendait à faire caler les vitesses moyennes en porte à porte de la VP sur celle des TC en site propre. A l'extrême, cette induction qui se trouve en partie alimentée par un report des usagers TC vers l'automobile, va conduire à une dégradation des recettes TC et, en conséquence, à un désinvestissement sur ce mode. Ceci va alors se traduire notamment par une baisse des fréquences et des vitesses moyennes porte à porte, pour les TC d'abord, puis par le jeu de la concurrence intermodale, pour l'automobile ensuite : l'investissement routier pourrait donc conduire à une baisse générale des vitesses des déplacements, si les transports collectifs n'étaient pas soutenus !

Pour plus d'éléments sur ce débat, voir par exemple les 3 articles parus dans *Traffic engineering + Control* de janvier 1987 : Bly, Johnston, Webster, « A panacea for road congestion ? », pp. 8-12 ; Mogridge, Holden, « A panacea for road congestion ? - a riposte », pp. 13-19 ; Bly, Johnston, Webster, « A panacea for road congestion ? - a riposte », pp. 19-20.

pertinence lorsque l'on comparera les systèmes de déplacements de deux agglomérations différentes avec des mobilités individuelles du même ordre mais, éventuellement, une des deux composantes VP ou TC tirant les coûts unitaires vers le haut ou vers le bas par rapport à l'autre situation.

CHAPITRE 5 : APPREHENDER LA DIMENSION SOCIALE DES PROBLEMATIQUES DE MOBILITE DURABLE

INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous nous proposons d'aborder ce qu'il est convenu d'appeler « la dimension sociale » de façon très large, en traitant non seulement des dépenses engendrées par les déplacements urbains, mais aussi de leurs caractéristiques, et notamment de l'aspect essentiel des budgets-distance individuels et familiaux. L'objectif est à la fois d'apporter de la connaissance sur ces aspects encore peu traités au-delà de l'Ile-de-France (cf. les travaux de l'Inrets-Dest), et de proposer différents indicateurs de manière à suivre cette dimension qui nous paraît se situer au cœur du développement durable.

A des titres divers, les résidents des agglomérations sont en effet les principaux acteurs mais aussi les premiers concernés par les conditions de réalisation de la mobilité, par les nuisances générées (au moins par les pollutions locales) et leurs conséquences. C'est pourquoi les enjeux en termes d'équité sociale des politiques de transport urbain, et notamment de régulation de la mobilité, sont généralement perçus comme importants, comme le montre périodiquement la forte sensibilité des automobilistes à toute augmentation trop forte et trop brusque du « prix à la pompe », ou encore le rejet assez partagé du péage urbain d'accès à la ville. C'est que, poste non négligeable des budgets des ménages citadins, les déplacements quotidiens internes à la ville, offrent aussi la caractéristique d'être pour une bonne part contraints, indispensables, et permettent aussi de faire le lien entre des espaces quotidiens de plus en plus étendus (la résidence, le lieu de travail, les lieux d'activité des enfants, le centre commercial...). Toute mesure visant à modérer la mobilité est alors perçue, au-delà encore des efforts financiers demandés, comme une atteinte aux modes de vie urbains. On le pressent aisément, les différents objectifs du développement durable peuvent, si l'on n'y prend garde, devenir très rapidement hautement conflictuels.

Dans ce contexte, il apparaît indispensable, avant l'élaboration de scénarios de politique de transport urbain plus ou moins contraignants, de tenter de répondre aux questions suivantes. Les mesures à prendre pour limiter les nuisances routières ont-elles un caractère redistributif ou régressif ? Quelle alternative modale offre-t-on aux groupes défavorisés par telle ou telle mesure de régulation de la mobilité ? La réponse à ces questions nécessite de recourir à différents outils d'évaluation qui doivent être à la fois pertinents, facilement appropriables et objet d'un accord assez large au sein de la société. Cet objectif n'est pas forcément très facile à atteindre. Alors que les dimensions économiques et environnementales peuvent être ramenées à des indicateurs d'ordre physique ou financier (quantités de polluants émises, coûts privés et collectifs), certes au prix d'une certaine réduction du problème, la définition

d'indicateurs sociaux applicables à l'ensemble de la population apparaît plus difficile à objectiver.

Certes, la motorisation, le niveau de mobilité (fréquences et longueurs de déplacements), l'usage des modes et les dépenses des ménages permettent de mesurer la demande de déplacements satisfaite, mais ils manquent de pertinence s'ils restent appréhendés à un niveau global, tant la diversité des populations citadines apparaît grande au regard des niveaux de vie et plus encore des modes de vie, des rythmes et contraintes structurant les emplois du temps et l'usage de l'espace. Aussi avons nous pris le parti de présenter les analyses de mobilité, de dépenses, d'émissions, de façon désagrégée. Cette volonté de distinguer des catégories de populations homogènes quant aux critères étudiés nous a amenés à réaliser des typologies des résidents de l'agglomération lyonnaise en fonction du statut sociodémographique, de la localisation et du revenu.

Quel est le bon niveau d'analyse pour appréhender la dimension sociale des comportements de mobilité ? D'un côté, les écarts de mobilité renvoient aux comportements quotidiens d'individus. De l'autre, les dépenses, à travers nos enquêtes, sont des informations recueillies au niveau du ménage et sont moins directement analysables sur une base individuelle. Les deux niveaux d'analyse apportant des informations complémentaires, nous les emploierons successivement. Dans un premier temps, une typologie des personnes sera établie sur la base des budgets-distance quotidiens (ou somme des distances parcourues un jour de semaine) en fonction de leurs caractéristiques sociales, de localisation résidentielle et d'accès à la voiture. En fonction des résultats obtenus au niveau "individu", la mobilité sera ensuite recomposée selon des types de ménage homogènes (quant à la taille, la localisation et le revenu par unité de consommation), et mise en perspective avec les dépenses nécessitées pour les déplacements internes à l'agglomération. Réaliser ces partitions de population nécessite d'étudier préalablement les variations de distances parcourues au sein de la population et, notamment, les caractéristiques des groupes à l'origine des plus faibles et les plus longs budgets-distance.

1. UNE FORTE CONCENTRATION DES DISTANCES DE DEPLACEMENT

Les distances parcourues sont déterminantes tant dans les volumes de polluants émis par les déplacements urbains que dans les coûts privés et collectifs générés. C'est aussi, parmi les caractéristiques de mobilité, l'indicateur mettant en évidence les plus grandes différenciations de comportements parmi les populations urbaines.

L'agglomération lyonnaise n'échappe pas au phénomène de concentration des distances parcourues, une minorité d'individus effectuant la majorité des distances. Une fois tiré ce constat de concentration des distances tous modes confondus (1.1.) et chez les usagers des différents modes motorisés (1.2.), nous chercherons à mettre en évidence dans quelle mesure cette distribution des distances est sous-tendue par des statuts et des contraintes de localisation d'activités très variables selon les individus (1.3).

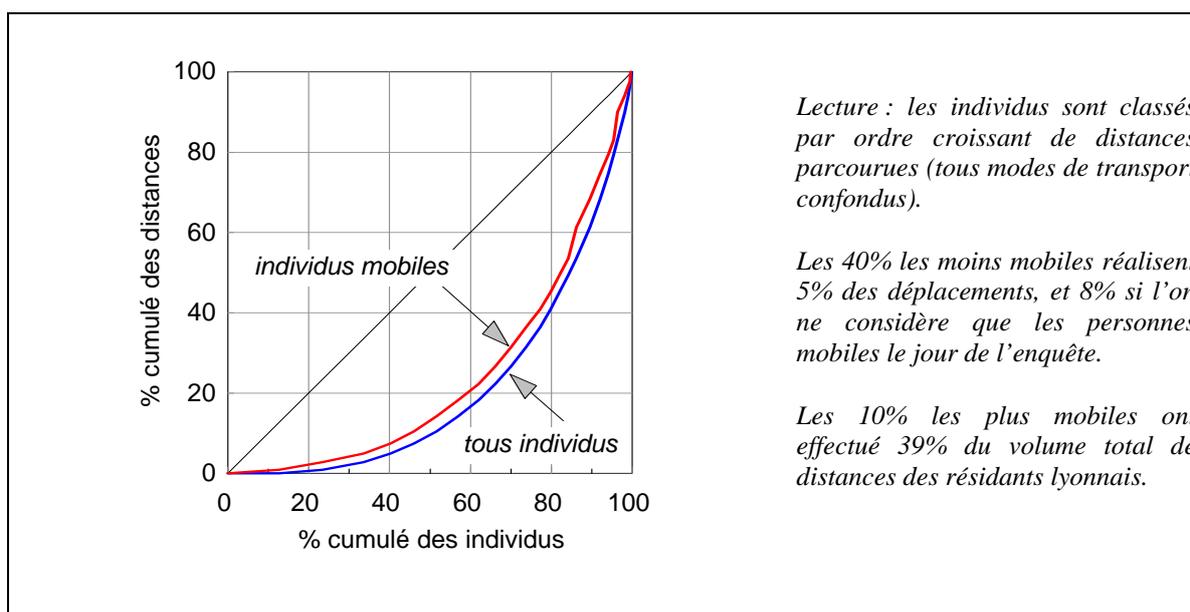
1.1. 20% des citadins réalisent 60% des distances, 40% n'en font que 5%

Comme le représente la courbe de Lorenz des distances (tous modes et tous individus confondus), la concentration des distances est très forte (Graphique 26) : 20% ne se sont pas déplacés ou ont effectué de très courts déplacements (représentant 1% du total des distances).

A l'autre extrémité de la distribution, les 10% d'individus les plus mobiles ont réalisé près de 40% des distances, les 30% les plus mobiles comptant pour près de 75% des distances parcourues. Un petit tiers de la population réalise la majeure partie du trafic généré par les résidents lyonnais pendant les jours ouvrables.

Cette inégale distribution est liée en partie au fait qu'une minorité d'individus (15%) n'a réalisé aucun déplacement intra-urbain. Mais même parmi les personnes mobiles le jour de l'enquête, les 40% les moins mobiles comptent pour seulement 8% des distances totales, alors que les 20% les plus mobiles représentent encore 55% des kilomètres parcourus.

Graphique 26 : Courbe de Lorenz des distances parcourues, tous individus et individus s'étant déplacés le jour de l'enquête



1.2. Plus forte concentration des distances chez les automobilistes et les usagers des transports collectifs

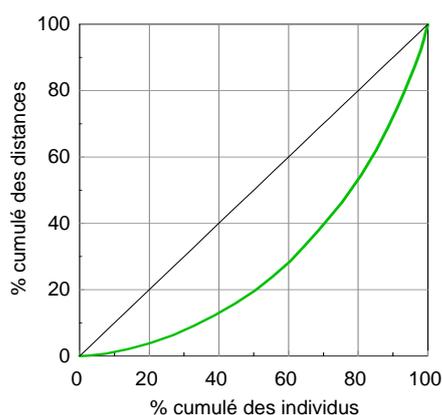
Cette concentration est encore un peu plus forte si l'on ne considère que les distances parcourues en voiture (conducteur ou passager), ne serait-ce que parce que 37% des personnes mobiles n'ont pas utilisé du tout ce mode pour leurs déplacements du jour enquêté. En effet, 40% des individus appartiennent à des ménages non motorisés ou ne disposent pas du permis, alors que l'accès au volant est déterminant⁷¹. Aussi, les 10% des individus qui roulent le plus réalisent près de la moitié des distances selon ce mode (47%), les 20% les plus mobiles, un peu plus de 70%, et les 30% les plus mobiles, de 85 à 90% de l'ensemble. La quasi-totalité des distances automobiles des Lyonnais est ainsi parcourue par un tiers de la population.

Cette concentration des kilométrages demeure très nette chez les personnes ayant conduit la veille (Graphique 27). Le cinquième des conducteurs aux plus longues distances réalise près de la moitié des distances parcourues au volant. A l'opposé, le cinquième des conducteurs les moins mobiles représente moins de 4% des distances parcourues au volant, les 40% les moins mobiles, 13% et les deux tiers les moins mobiles, moins du tiers.

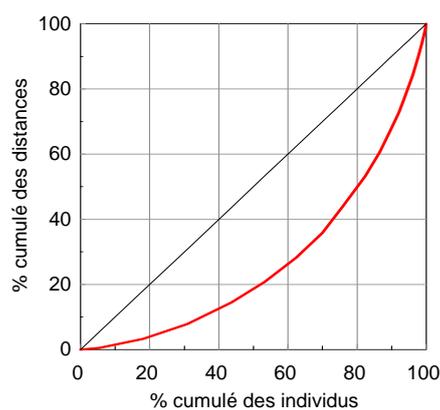
⁷¹ Seules 20% des distances réalisées en voiture le sont à la place du passager.

Ce phénomène de concentration des distances n'est pas propre aux seuls automobilistes, puisqu'on le retrouve chez les personnes ayant utilisé le réseau de transport collectif urbain (Graphique 28). Cette concentration est assez inévitable car dans les deux cas de nombreux petits déplacements coexistent avec une minorité de longs déplacements. En effet, près d'un déplacement « VP conducteur » sur deux fait moins de quatre km (48,4%), un sur quatre (25,5%) moins de deux kilomètres, alors qu'un sur six (16,7%) fait plus de 10 km. La répartition des distances de déplacement est assez proche pour les transports collectifs urbains (respectivement (48,7%, 18,5% et 11,2%).

Graphique 27 : Courbe de Lorenz des distances au volant d'une voiture, chez les personnes ayant conduit le jour d'enquête



Graphique 28 : Courbe de Lorenz des distances en TC urbain, chez les usagers des TCU le jour d'enquête

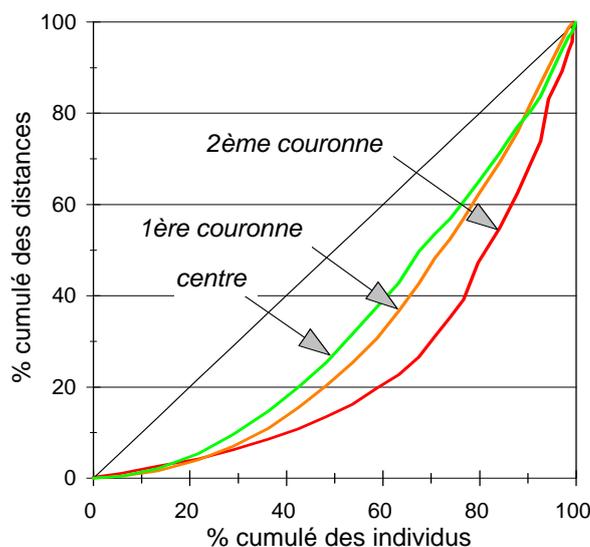


Ce constat ne signifie pas que le degré de concentration des distances soit amené à rester toujours le même dans le temps. Les courbes de concentration des distances parcourues en voiture selon le lieu de résidence montrent que le mouvement continu d'étalement des résidences et des activités économiques est porteur d'une concentration croissante des distances (Graphique 29). Dans la partie basse de la distribution (soit les trois premiers déciles), les trois courbes sont très voisines : quel que soit le lieu de résidence, les petites distances en voiture contribuent aussi peu au total des kilomètres parcourus. En revanche, les écarts entre la grande périphérie et les autres zones résidentielles deviennent nettement plus importants à partir du sixième décile. Plus on réside loin du centre, plus le potentiel de distances réalisable quotidiennement est repoussé vers le haut, et plus la partie supérieure de la distribution des distances pèse lourd dans le total.

Cet impact des évolutions urbaines plaide pour un élargissement du périmètre d'enquête aux zones périurbaines situées de 10 à 20 km du centre côté ouest et de 10 à 30 km du centre côté est. En effet, au regard des évolutions intervenues depuis le recensement de 1975, ces zones périurbanisées sont aussi celles qui connaissent la dynamique la plus forte d'éloignement des lieux de résidence et d'emploi (Andan et al., 1999)⁷².

⁷² ANDAN Odile, POCHET Pascal, ROUTHIER Jean-Louis, SCHEOU Bernard (1999), *Stratégies de localisation résidentielle des ménages et mobilité domicile-travail*, Rapport pour le compte de la DRAST (PREDIT 1996-2000), LET, 176 p. + annexes.

Graphique 29 : Courbe de Lorenz des distances en voiture conducteur ou passager chez les usagers VP du jour enquêté, selon leur lieu de résidence



Chez les personnes mobiles, tous modes confondus, les distances sont donc un peu moins concentrées que les distances au volant ou que les distances parcourues en transport collectif urbain considérées séparément, car les citoyens peu mobiles en voiture ont plus de probabilités de réaliser de longues distances en transports collectifs que les autres, de telle sorte que globalement les écarts se compensent légèrement.

1.3. L'accès au volant favorise les longues distances ; le non-accès, l'immobilité et les déplacements de proximité

Revenons aux distances parcourues tous modes confondus, pour les caractériser et mettre en évidence leurs déterminants, en nous intéressant tout d'abord à l'extrémité "basse" de la distribution. Les 40% les moins mobiles ont le plus souvent une accessibilité à la voiture faible ou nulle. 58% n'ont pas la possibilité de conduire et, parmi les 42% restants, l'accès à la voiture est loin d'être assuré, puisque dans 71% des cas, leur ménage se caractérise par un nombre de voitures inférieur au nombre de possesseurs de permis (49% chez l'ensemble des personnes mobiles).

Cette accès limité explique que parmi les premiers 40%, près de la moitié se sont déplacés exclusivement à pied (46%). Conséquence de cette faible autonomie vis-à-vis de l'automobile, les personnes accompagnées en voiture sont sur-représentées dans ce groupe (15% contre 12%). Les personnes ayant fait au moins un déplacement au volant d'une voiture n'en constituent que 19%, contre 44% en moyenne dans la population des personnes mobiles.

A l'opposé de la distribution, parmi les 20% d'individus aux plus longues distances, la conduite automobile est nettement sur-représentée. Il s'agit en effet le plus souvent de personnes ayant accès au volant : 84% ont le permis et appartiennent à un ménage motorisé, contre 60% dans l'ensemble de la population mobile.

Les conducteurs exclusifs (qui n'ont utilisé aucun autre mode au cours du jour d'enquête, soit 29% de la population des mobiles) sont majoritaires parmi le cinquième des individus aux

plus longues distances (54%). Il en va de même lorsque ces conducteurs ont également utilisé la voiture à la place du passager (8% contre 3% des mobiles) ou les transports collectifs urbains (5% chez le cinquième le plus mobile de la population contre 2% de la population). Au total, les personnes ayant fait au moins un déplacement au volant d'une voiture la veille constituent 77% des individus les plus mobiles (contre 44% de l'ensemble des individus mobiles). L'accès au volant d'une voiture est bien la condition principale de réalisation de longues distances quotidiennes.

1.4. Qui sont les individus situés aux deux extrémités de la distribution des distances ?

Outre les différences d'accès à la voiture déjà mentionnées, les personnes s'étant déplacées et situées aux deux extrémités de la distribution des distances se distinguent très nettement les unes des autres. Cette analyse est précédée d'une brève description des particularités socio-économiques des personnes ne s'étant pas déplacées dans l'agglomération.

1.4.1. Les non-mobiles : plutôt âgés, inactifs et captifs

En semaine, 116 000 personnes ne se déplacent pas du tout (soit 8,4% des 1 200 000 habitants de plus de 4 ans que compte l'agglomération). Parmi eux, 116 000 (66%) ne se sont pas déplacés du tout la veille. Par ailleurs, 35 000 n'ont fait que des déplacements débordant du périmètre urbain, et enfin 24 000 étaient absents du périmètre de l'enquête le jour où ont été recueillis les déplacements (dont 60% d'actifs parmi eux).

Le profil des 8,4% d'individus ne s'étant pas déplacés du tout est marqué par l'âge et l'inactivité : 40% ont 60 ans ou plus, 60% sont inactifs, seuls 23% travaillent et 14% sont scolaires. Par un faible accès à la voiture, ensuite, puisqu'ils sont majoritairement sans permis ou sans voiture dans le ménage (52%). Enfin, la forte proportion d'inactifs et de personnes âgées va de pair avec une sur-représentation féminine (60%), ainsi qu'avec la présence d'un handicap dans 15% des cas (4% dans l'ensemble de la population).

1.4.2. Déterminants des extrêmes de la distribution : le statut d'activité, la localisation résidentielle et la motorisation, plus que la profession, le revenu et le sexe

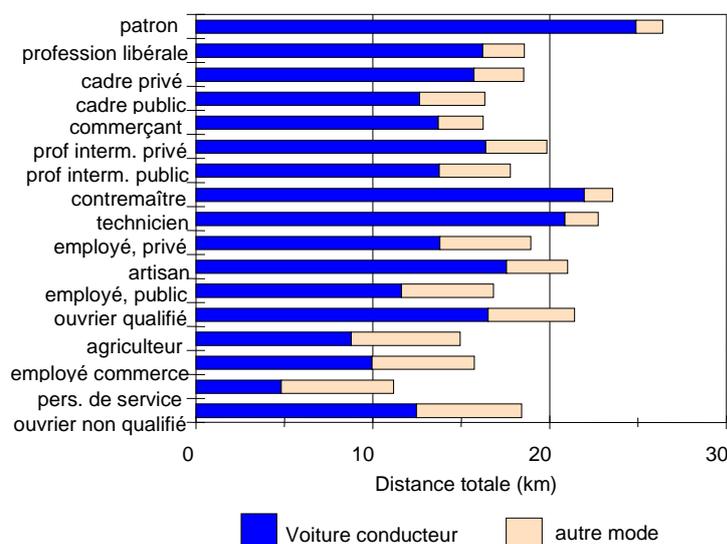
A l'instar des non-mobiles, les principaux traits marquants des citadins parcourant de faibles distances est la prédominance de l'inactivité professionnelle (et de ce fait la position aux deux extrémités de la pyramide des âges), alors qu'à l'inverse les personnes réalisant de longues distances sont des actifs pour les deux tiers (et aussi, de ce fait, des adultes d'âge médian, cf. Tableau 80).

La prédominance du "domicile-travail" dans le total des distances parcourues (40% en intégrant les déplacements secondaires réalisés au cours de sorties pour le travail) explique ces différences. L'effet du sexe est notamment à rapprocher d'une probabilité masculine plus forte d'être actif pendant l'âge adulte et d'une longévité féminine plus grande après 60 ans.

Parmi la population active, la profession et catégorie sociale (PCS) n'apparaît pas comme le facteur le plus déterminant, même si le groupe des employés, qui comprend notamment les emplois de services à la personne, représente plus d'un actif sur deux parmi les 20% aux plus courtes distances, alors qu'à l'inverse, très peu de cadres, de non-salariés et de professions intermédiaires s'y retrouvent. Du côté des longs budgets-distance, les professions

intermédiaires et les ouvriers sont un peu plus présents que les cadres, les budgets-distance de ces derniers étant beaucoup plus resserrés autour de la moyenne. Les emplois industriels de plus en plus périphériques entraînent des distances domicile-travail en moyenne plus longues que les emplois tertiaires même lorsque les revenus ne sont pas très élevés (Graphique 30). Un ouvrier qualifié ou un contremaître parcourent en moyenne 9,4 km pour le travail dans l'agglomération lyonnaise, un technicien 12,8 km, contre 7,5 km pour un employé de bureau du privé, 6,2 pour un employé de bureau du public, 8,4 km pour un cadre du public, et 10,2 km pour un cadre d'entreprise. Si les budgets-distance demeurent néanmoins relativement liés au revenu du ménage⁷³ une fois prises en compte les différences d'accès à la voiture, c'est en grande partie parce que, lorsque le revenu augmente, la plus forte probabilité d'être actif génère du kilométrage de façon assez mécanique.

Graphique 30 : Distances parcourues par les actifs, classés par revenu du ménage décroissant



Logiquement, les larges écarts de distances constatés chez les actifs sont très corrélés à l'éloignement de la résidence au travail. Parmi les 40% d'actifs aux plus faibles distances, plus de six sur dix résident à Lyon et Villeurbanne, communes aux densités d'emplois très élevées. A l'inverse, une liaison domicile-travail radiale (avec le plus souvent un lieu de résidence plus excentré que le lieu de travail) se traduit généralement par un budget-distance élevé.

Plus généralement, la distance du domicile au centre de la zone se traduit par des budgets-distance fortement croissants. Au fur et à mesure que la densité en emplois et en équipements de toute nature décroît, les opportunités de pratiquer des activités à proximité du domicile s'amenuisent, et les distances unitaires s'allongent, alors que le nombre de déplacements par personne reste très stable.

⁷³ Il s'agit du revenu par Unité de Consommation (UC) Nous avons divisé le revenu par la taille, les différents individus étant affectés des nouveaux coefficients établis par l'INSEE : 1 pour le premier adulte, 0,5 pour les autres membres de plus de 14 ans, et 0,3 pour les personnes de moins de 14 ans. Ces coefficients sont moins élevés que ceux de l'échelle d'Oxford (1 pour le premier adulte, 0,7 pour les autres personnes de plus de 14 ans, et 0,5 pour les personnes de moins de 14 ans), qui selon l'INSEE sous-estiment les économies d'échelle. Voir J.M. HOURRIEZ, L. OLIER, Niveau de vie et taille du ménage : estimations d'une échelle d'équivalence *Economie et Statistiques*, n°308-309-310, 1997, pp. 65-94.

Tableau 80 : Caractéristiques socio-économiques des extrêmes de la distribution des budgets-distance tous modes

Part relative selon différents facteurs	Faible budget-distance	Budget-distance élevé	Tous
	<i>Les 40 % aux plus courtes distances / 20%</i>	<i>Les 20 % aux plus longues distances / 10%</i>	
Lieu de résidence	Central	Périphérique	
<i>Centre</i>	54 / 54	25 / 21	44
<i>1^{ère} couronne</i>	22 / 23	22 / 29	24
<i>2^{ème} couronne</i>	24 / 23	53 / 59	32
Sexe	Plutôt des femmes	Plutôt des hommes	
<i>Hommes</i>	43 / 42	58 / 61	48
<i>Femmes</i>	57 / 58	42 / 39	52
Statut	Inactifs ou écoliers	Actifs voire étudiants	
<i>Scolaires</i>	32 / 37	9 / 6	20
<i>Retraités</i>	19 / 22	8 / 7	16
<i>Femmes au foyer</i>	9 / 10	5 / 5	9
<i>Chômeurs</i>	5 / 5	4 / 4	5
<i>Actifs</i>	29 / 22	66 / 70	44
<i>Etudiants</i>	5 / 4	7 / 7	7
PCS des actifs	Population active assez partagée		
<i>Indépendants</i>	7 / 1	7 / 8	6
<i>Employés</i>	37 / 55	26 / 20	29
<i>Ouvriers</i>	17 / 25	22 / 24,5	19
<i>Prof interm, techniciens</i>	24 / 16	29 / 31,5	28
<i>Cadres sup. prof. Libérales</i>	14 / 3	16 / 16	18
Liaison domicile-travail	... Interne au centre / Radiale, entre couronnes		
<i>Interne au centre</i>	62 / 59	13 / 10	
<i>Interne à la 1^{ère} couronne</i>	10 / 13	5 / 4	36
<i>Interne à la 2^{ème} couronne</i>	17 / 19	21 / 23	10
<i>Inter-couronnes</i>	11 / 9	61 / 63 dont 32 / 35 de liaisons Centre – 2 ^{ème} couronne	20
			33
Age	Jeunes ou âgés	Adultes	
<i>Moins de 30 ans</i>	46 / 47	32 / 31	28
<i>30-60 ans</i>	32 / 28	59 / 61	53
<i>60 ans et plus</i>	22 / 25	9 / 8	19
Revenus du ménage	Plutôt bas	Plutôt élevés	
<i>Bas revenus*</i>	42 / 46	28 / 26	35
<i>Revenus moyens*</i>	31 / 30	31 / 30	31
<i>Hauts revenus*</i>	27 / 24	42 / 44	30
<i>Moyenne des revenus (F)</i>	13 700 / 12 700	16 900 / 17 400	15 200
Niveau d'éducation**	Plutôt bas	Plutôt élevé	
<i>Primaire</i>	30 / 46	14 / 13	23
<i>Secondaire</i>	50 / 49	59 / 59	53
<i>Supérieur</i>	20 / 5	27 / 28	24

* Revenus par Unité de Consommation (Bas revenus : moins de 5800 F par UC ; Revenus moyens : de 5800 F à 8 800 F ; Hauts revenus : plus de 8 800 F ** Hors population scolaire.

Lecture : parmi les 40% d'individus aux plus faibles budgets-distance, 54% habitent dans le centre.

2. UNE TYPOLOGIE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE DES BUDGETS-DISTANCE URBAINS

Pour répondre à l'objectif de reproductibilité des résultats, tant en termes temporel, que spatial, nous avons choisi de désagréger la population à partir de critères sociaux, géographiques ou de motorisation, qui soient à la fois simples et aisément disponibles. Cette nécessité de disposer d'indicateurs simples est renforcée par la volonté de réaliser, dans le prolongement de ce travail, des travaux de simulation sur les évolutions futures des

comportements des différents groupes sociaux en fonction de politiques de régulation de la mobilité.

2.1. Méthode : Croisement de quatre critères discriminants, le statut d'activité, l'accès au volant, la localisation résidentielle, et chez les actifs motorisés, le sexe

Une première typologie a été élaborée et appliquée à l'enquête-ménages de 1995⁷⁴, que nous avons reprise pour tenir compte des résultats de l'analyse des extrêmes de la distribution des distances. Les critères finalement considérés comme les plus explicatifs ont été le statut d'activité, la localisation résidentielle, des possibilités d'accès à la voiture et pour les actifs motorisés, le sexe. L'objectif a été non seulement de mettre en évidence des écarts importants de distances parcourues, mais aussi d'intégrer le fait que les contraintes définissant les contours de la mobilité ne sont pas les mêmes selon ces différents facteurs, et selon la façon dont ils interagissent. En revanche, le revenu du ménage n'a pas été intégré à cette étape de l'analyse, car ses effets apparaissent moins nets et sont déjà en partie implicitement pris en compte par le statut d'activité et la motorisation. De même, la profession des actifs, bien qu'ayant une certaine influence, n'a pas été utilisée non plus pour l'élaboration de la typologie, car, nous l'avons vu, son effet est loin d'être univoque, la position sociale s'effaçant pour partie derrière les tendances de localisation des emplois. Pour autant, les tendances de localisation de l'habitat et de l'emploi entraînent donc, pour certains actifs aux bas revenus, une mobilité à la fois élevée et fortement contrainte. Cette question sera traitée dans un second temps en croisant les groupes de la typologie avec les revenus de leur ménage d'appartenance.

Les quatre critères retenus au niveau individuel sont donc :

1. Le statut d'activité, en distinguant sept groupes :

Actifs et actives
Scolaires en primaire
Scolaires en secondaire (collège ou lycée)
Etudiant(e)s
Personnes au foyer (90% sont des femmes)
Chômeurs(euses)
Retraité(e)s

2. L'accès au volant d'une voiture, en distinguant deux cas de figure :

"Non motorisé" regroupe les cas suivants :

- *L'individu n'a pas le permis de conduire*
- *Le ménage n'a pas de voiture à sa disposition*
- *Le nombre de détenteurs de permis excède le nombre de voiture à disposition, et l'individu n'a pas conduit la veille.*

"Motorisé" caractérise les autres cas :

- *L'individu a le permis de conduire, fait partie d'un ménage possédant au moins une voiture, et a conduit la veille pour les cas où le nombre de détenteurs de permis excède le nombre de voiture à disposition.*

⁷⁴ Nancy SCHOENHAUER, *Typologie des distances de déplacement dans l'enquête-ménages de Lyon*, mémoire de Travail de Fin d'Etudes, ENTPE, 1999.

Bien entendu, chez les scolaires, ce facteur n'apporte pas d'informations, la conduite d'une voiture demeurant hors de portée de 95% d'entre eux. De même, dans le cas des étudiants, ce facteur n'a pas été retenu car nombre d'entre eux ne sont pas motorisés, tant du fait d'une localisation résidentielle proche des lieux d'enseignement que faute de moyens suffisants. Pour les scolaires et étudiants, la localisation du domicile s'est avérée plus pertinente. Le critère d'accès à la voiture comme conducteur ("motorisé" / "non motorisé") a donc été appliqué aux populations non scolaires, soit pour les hommes et femmes actifs, les personnes au foyer, les chômeurs et les retraités.

3. La localisation du domicile en distinguant trois zones caractérisées par une distance au centre et des densités différentes :

Centre : Lyon-Villeurbanne

1^{ère} couronne : communes limitrophes du centre

2^{ème} couronne : autres communes du périmètre

Pour ne pas trop multiplier le nombre de groupes, nous avons cherché, dans la mesure du possible, la distinction dichotomique la plus explicative :

- (centre + 1^{ère} couronne) / 2^{ème} couronne pour les scolaires, les personnes au foyer et les chômeurs motorisés. Pour tous ces groupes, l'accroissement des budgets-distance est un peu plus net entre 1^{ère} et 2^{ème} couronne qu'entre centre et 1^{ère} couronne, ce qui justifie la mise en exergue de la couronne la plus périphérique par rapport aux zones de résidence plus centrales ;
- centre / (1^{ère} + 2^{ème} couronne) pour les étudiants et les retraités motorisés. La distinction spatiale est ici différente, du fait de la localisation centrale des lieux d'étude (étudiants), ou d'une offre de services de proximité et d'une densité de population plus importantes dans la ville-centre qu'en périphérie, favorisant les déplacements et limitant les distances parcourues.

En revanche, chez les actifs ou actives motorisé(e)s, nous avons conservé une distinction en trois classes centre / 1^{ère} couronne / 2^{ème} couronne, car chez ces groupes produisant une bonne partie des distances, les écarts réguliers et importants entre ces trois zones concentriques justifient leur maintien.

4. Le sexe

La distinction selon le sexe a uniquement été opérée pour les actifs motorisés. Dans les autres cas, nous l'avons vu, les différences liées au sexe s'effacent devant celles liées au statut, même si, dans d'autres catégories, des écarts limités demeurent à l'avantage des hommes.

2.2. Vingt-deux groupes aux comportements différenciés

Le croisement des différents facteurs explicatifs aboutit à 22 groupes, dont les distances moyennes apparaissent contrastées, variant de 4,6 km quotidiens chez les scolaires vivant dans le centre ou en 1^{ère} couronne, à 27,3 km chez les hommes actifs de 2^{ème} couronne. Quel que soit le statut, l'effet de la localisation est très net : +80% chez les femmes actives, +50% chez les hommes actifs, +110% chez les étudiants, +40% chez les retraités et les chômeurs, +25% chez les femmes au foyer. La possibilité de conduire une voiture tend à multiplier les distances par 2 (actifs) à 2,5 (inactifs). Pourtant, des régularités en termes de pratiques et de contraintes dans les déplacements apparaissent selon le statut, nécessitant l'analyse séparée de trois grandes catégories : les scolaires, les actifs, et les inactifs.

2.2.1. Scolaires : de la dépendance à l'autonomie

Mesurée en termes de distances, la mobilité des écoliers du primaire se situe parmi les plus faibles de l'ensemble (dans une fourchette de 5 à 8 km, Tableau 81). Près de 60% de ces petits budgets-distance sont destinés à l'école, le reste se répartissant de façon égale entre, d'un côté, les visites et loisirs et de l'autre les achats, démarches et accompagnements.

L'accroissement net des distances avec l'entrée dans le secondaire, puis dans le supérieur (dans un rapport de un à trois entre les deux extrêmes) traduit l'autonomie croissante des enfants lorsqu'ils grandissent, mais aussi l'éloignement de plus en plus important des établissements scolaires. Les trajets domicile-école représentent alors les trois quarts des distances parcourues quotidiennement. L'espace de vie quotidien s'élargissant, le reste des distances est plus orienté vers les loisirs et la vie sociale que chez les plus jeunes, et ce au prix d'un net accroissement du temps passé en déplacement (de 35-40 à 60-70 minutes). Lors du passage dans le supérieur, la part des distances réservée aux études se réduit légèrement et la mobilité se diversifie encore un peu, alors que distance et temps passé en déplacement continuent d'augmenter.

Tableau 81 : Indicateurs de mobilité des scolaires (%)

<i>Scolaires</i>	<i>Budget-Distance (km)</i>	<i>Budget-Temps (mn)</i>	<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>Nbre total de déplacements</i>
<i>Ecolier du primaire, centre ou 1^{ère} couronne</i>	4,6	40	6,9	3,5
<i>Ecolier du primaire en 2^{ème} couronne</i>	8,5	35	15,7	3,7
<i>Ecolier du secondaire, centre ou 1^{ère} couronne</i>	9,4	71	7,9	3,9
<i>Ecolier du secondaire en 2^{ème} couronne</i>	14,0	64	13,5	3,4
<i>Etudiant dans le centre</i>	11,1	71	10,0	3,9
<i>Etudiant en périphérie 1^{ère} - 2^{ème} couronne</i>	23,7	91	17,0	3,6
<i>Ensemble</i>	10,6	61	10,7	3,7

Quel que soit le lieu de résidence, la part réalisée comme passager d'une voiture est maximale chez les plus jeunes (62% des distances parcourues dans la zone la plus centrale et même 85% en grande périphérie), ce qui reflète l'importance déterminante des accompagnements dans la mobilité des jeunes enfants. L'autonomie et la distance plus importante au lieu d'étude accompagnant l'entrée dans le secondaire se traduisent par un effacement relatif des déplacements comme passager d'une voiture (30% des distances) au profit des trajets en transports collectifs (35% des distances en 2^{ème} couronne et même plus de la moitié dans la zone plus centrale).

A niveau de scolarisation donné, l'effet de la localisation résidentielle sur les budgets-distance est le plus net chez les étudiants. La part tenue par la voiture dans l'ensemble des distances demeure minoritaire chez les étudiants du centre qui, pour plus des deux tiers, ne résident plus chez leurs parents, habitent souvent près des lieux d'étude ou en centre-ville et s'appuient sur la bonne desserte de ces zones par les transports en commun (ce mode assure la moitié des distances totales). Par l'éloignement au lieu d'études qu'il implique, le fait de résider en périphérie se traduit chez les étudiants par une mobilité quotidienne bien supérieure. Ceux-ci, résidant alors généralement chez leurs parents (à 83%), parcourent quotidiennement près de deux (1^{ère} couronne) à trois fois (2^{ème} périphérie) plus de kilomètres que les étudiants de Lyon-Villeurbanne et utilisent majoritairement la voiture comme conducteur ou passager (60% de

leur budget-distance), même si l'usage des transports collectifs n'est pas du tout marginal (un tiers). Cet éloignement aux lieux d'études (près de 7 km en moyenne) et plus généralement aux lieux d'activités, alors que l'accès à la voiture personnelle est encore loin d'être acquis, fait des étudiants de la périphérie la catégorie qui passe le plus de temps pour réaliser ses déplacements quotidiens (1 h 30 en moyenne).

2.2.2. Actifs : le poids des localisations respectives de la résidence et de l'emploi

Les actifs constituent un enjeu très important en terme de maîtrise des distances de déplacement pour différentes raisons, bien connues : ce sont eux qui ont l'usage le plus intensif de l'automobile, ce sont eux aussi qui produisent les distances les plus longues, et enfin leur mobilité est la plus concentrée sur les heures de pointe, prenant une part déterminante dans les phénomènes de congestion du trafic.

La forte motorisation de ce groupe est bien réelle : trois actifs sur quatre vont au travail au volant d'une voiture ou ont toute possibilité de le faire. Contribuant à près de 60% des distances réalisées au total par les résidents lyonnais en urbain, et même aux trois quarts des kilomètres au volant d'une voiture, leur part dans la production de kilomètres excède largement leur poids dans la population enquêtée (43%). Qu'elle soit appréhendée en budget-distance, en nombre de déplacement ou en budget-temps, la mobilité des actifs est nettement supérieure à la moyenne dès lors qu'ils sont motorisés (entre 4,5 et 5 déplacements quotidiens en moyenne, pour 14 à 27 km en 1h 10-1h 15 environ, cf. Tableau 82).

Tableau 82 : Indicateurs de mobilité des actifs (%)

<i>Actifs</i>	<i>Budget-Distance (km)</i>	<i>Budget-Temps (mn)</i>	<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>Nbre total de déplacements</i>
<i>Actifs(ves) non motorisé(e)s</i>	10,1	66	9,5	3,5
<i>Femmes actives motorisées dans le centre</i>	14,2	70	13,1	4,7
<i>Hommes actifs motorisés dans le centre</i>	18,4	75	15,5	4,6
<i>Femmes actives motorisées en 1^{ère} couronne</i>	18,0	72	16,3	4,7
<i>Hommes actifs motorisés en 1^{ère} couronne</i>	22,6	76	20,1	4,4
<i>Femmes actives motorisées en 2^{ème} couronne</i>	26,1	68	24,1	4,9
<i>Hommes actifs motorisés en 2^{ème} couronne</i>	27,3	68	25,9	4,5
<i>Ensemble</i>	18,6	70	17,0	4,4

Leur mobilité est polarisée par l'activité professionnelle puisque les migrations domicile-travail comptent pour 60% environ de l'ensemble de leurs distances chez les actives motorisées et même jusqu'à 70% chez leurs homologues masculins. De fait, la mobilité des femmes apparaît plus diversifiée dans ses motifs que celle des hommes avec notamment une pratique plus fréquente d'achats et d'accompagnements. C'est pourquoi, mesuré en nombre de déplacements, le niveau de mobilité des actives est légèrement supérieur à celui des hommes (respectivement 4,7 à 4,9 déplacements contre 4,4 à 4,6), mais l'ordre s'inverse si l'on se réfère aux budgets-distance, inférieurs de 5%, 20% et 25% (respectivement en 2^{ème}, 1^{ère} couronne et dans le centre), essentiellement du fait de distances domicile-travail inférieures de 15 à 20% chez les femmes. Les mobilités des actifs et des actives de 2^{ème} couronne plus élevées et plus homogènes (respectivement 27 et 26 km) s'expliquent par des distances domicile-travail particulièrement élevées dans les deux cas (autour de 10 km) et une large diffusion de la multimotorisation dans les périphéries peu denses.

L'usage des modes de transport révèle quelques différences entre les deux sexes, avec une place un petit peu moins hégémonique de la voiture conducteur chez les femmes (de 85 à 90% du centre à la périphérie) que chez les hommes (de 90 à 95%), au profit des transports collectifs (qui n'assurent cependant jamais plus de 7% des distances parcourues) et de la voiture... comme passager. Mais ces différences ne modifient pas la tendance à l'utilisation quasi exclusive du volant chez les actifs lorsque ceux-ci y ont accès. L'opportunité moins forte pour les femmes de conduire une voiture se traduit surtout par leur nette sur-représentation au sein du groupe des actifs non motorisés (62%, contre 42% parmi les actifs motorisés). Au sein de la population active, l'absence d'accès au volant se traduit par des distances totales deux fois moins importantes, du fait en particulier de distances domicile-travail bien plus courtes (4,7 km contre 7 km en moyenne pour les actifs motorisés).

Parmi les actifs motorisés, l'essentiel des écarts provient non pas du sexe mais de la distance du domicile au centre, et concerne non les structures modales ou les budgets-temps, mais les budgets-distance et les vitesses. A même niveau de motorisation, un lieu de résidence excentré tend à accroître les distances totales des actives de plus de 80% par rapport à une situation résidentielle plus centrale, et de près de 50% chez les actifs. Les actifs de seconde périphérie représentent 12% de l'échantillon, mais 24% des distances tous modes confondus, et même 41,5% des distances parcourues en tant que conducteur ! Ces évolutions se produisant à budget-temps constant, ce sont des vitesses supérieures qui permettent de parcourir quotidiennement ces espaces beaucoup plus vastes

2.2.3. Inactifs : l'accès au volant et la localisation résidentielle plus déterminants que les formes d'inactivité

Plus encore que chez les actifs ou les scolaires, chez les différents groupes d'inactifs (chômeurs, personnes au foyer et retraités), le lieu de résidence et la possibilité ou non de conduire une voiture définissent très largement l'étendue des espaces fréquentés au cours de la semaine. Témoins de ces fortes influences, les variations particulièrement nettes des budgets-distance, dans un rapport d'au moins 1 à 2 entre individus non motorisés et motorisés du centre et de la 1^{ère} couronne et même de un à trois entre inactifs non motorisés et motorisés résidant en 2^{ème} couronne (Tableau 83). L'absence d'activité obligée tend à amplifier les écarts selon le lieu de résidence, les personnes non motorisées se caractérisant par de faibles distances parcourues, de l'ordre de 5 à 8 km. A l'inverse, la mobilité des inactifs habitant en grande périphérie, et notamment celle des chômeurs et des femmes au foyer, n'a rien à envier à celle des actifs : plus de 5 déplacements par jour, des distances quotidiennes de plus de 20 km réalisées pour près de 90% comme conducteur, d'où des vitesses moyennes élevées.

Tableau 83 : Indicateurs de mobilité des inactifs (%)

<i>Inactifs</i>	<i>Budget-Distance (km)</i>	<i>Budget-Temps (mn)</i>	<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>Nbre total de déplacements</i>
<i>Retraités non motorisé(e)s</i>	5,3	44	7,6	2,4
<i>Retraités motorisé(e)s dans le centre</i>	10,2	64	10,2	3,9
<i>Retraités motorisé(e)s en périphérie</i>	14,4	56	16,5	3,7
<i>Au foyer non motorisé(e)s</i>	5,8	48	8,1	3,0
<i>Au foyer motorisé(e)s, centre ou 1^{ère} couronne</i>	14,8	67	13,2	5,2
<i>Personnes au foyer motorisé(e)s en 2^{ème} couronne</i>	18,6	53	21,3	5,4
<i>Chômeurs non motorisé(e)s</i>	7,7	59	8,3	3,2
<i>Chômeurs motorisé(e)s, centre ou 1^{ère} couronne</i>	16,3	76	13,6	5,0
<i>Chômeurs motorisé(e)s en 2^{ème} couronne</i>	23,0	68	22,5	5,1
<i>Ensemble</i>	9,7	54	11,4	3,4

En revanche, comme pour tous les autres groupes sociaux, une localisation plus centrale tend à modérer le budget-distance quotidien, mais pas la fréquence des déplacements ni le budget-temps, les vitesses moyennes étant ici beaucoup plus faibles.

Si les différentes catégories d'inactifs apparaissent très proches au regard de l'impact de l'accès à la voiture et de la localisation de la résidence, un certain nombre de différences de mobilités justifie le fait de les avoir distingués, cette distinction se faisant particulièrement nette en grande périphérie.

A motorisation et localisation égale ou proche, les niveaux de mobilité, notamment les budgets-distance des retraités sont en retrait par rapport aux plus jeunes inactifs, ce qui s'explique par la présence de personnes très âgées, peu mobiles en dehors de leur quartier. Toutes choses égales par ailleurs, les chômeurs se déplacent plus loin que les femmes au foyer, surtout en grande périphérie ou lorsque l'accès à la voiture fait défaut.

Parmi les groupes non motorisés, l'usage de la voiture comme passager tient une place plus importante chez les femmes au foyer (46%) que chez les retraités (38%) et les chômeurs (32%), ces derniers faisant plus appel aux transports collectifs, ce qui reflète peut-être dans leur cas un accès moins évident à la voiture.

Ces différences se déclinent en termes d'activités pratiquées : alors que la mobilité des retraités se structure autour des achats, des loisirs et des visites, celle des femmes au foyer est marquée par les obligations domestiques (accompagnements et achats motivent près des deux tiers des déplacements et la moitié des distances parcourues) ; celle des chômeurs est marquée par le poids des démarches (recherche d'emploi), de la sociabilité et des loisirs, voire des accompagnements lorsqu'ils résident en périphérie.

2.3. Emissions produites par les différents groupes sociodémographiques en fonction du revenu du ménage

Au-delà des distances parcourues, l'objectif est ici mettre en évidence les écarts existants entre les différents groupes de la typologie dans les émissions de polluants et ce, en intégrant simultanément la dimension du revenu des ménages.

2.3.1. Précisions de méthode et de présentation

Pour éviter les double-comptes, dans le cas où les déplacements automobiles sont faits à plusieurs, les émissions sont affectées au conducteur uniquement. Ce choix, nécessaire, a pour inconvénient d'affecter au conducteur des déplacements qu'il réalise pour le compte d'autres membres du ménage (accompagnements notamment) ; en cela il surestime quelque peu les émissions "individuelles" du ou des conducteurs du ménage, et inversement sous-estime les émissions dont les passagers sont à l'origine (enfants notamment). Cela dit, chercher à savoir qui est "responsable" des émissions au sein du ménage apparaît de peu d'intérêt pour nombre de déplacements. Une analyse par ménage, menée dans un second temps, permettra d'apporter un éclairage plus pertinent sur ces questions.

Les émissions présentées pour les différents groupes de la typologie sont donc des moyennes entre individus de même groupe. Les valeurs individuelles sont établies pour chaque polluant, à partir des émissions de tous les déplacements intraurbains des enquêtés.

Les données d'émissions des 22 groupes est présentée en annexe. Pour appréhender les questions d'équité liées aux déplacements quotidiens et à leur régulation, nous avons opéré un croisement systématique des groupes avec une partition en trois classes selon le revenu du ménage par unité de consommation, ce qui donne au total 66 catégories. Les volumes et les unités étant extrêmement variables d'un polluant à l'autre, les graphiques sont présentés sous forme normalisée pour en simplifier la lecture : tous ont été ramenés à la moyenne de l'indicateur sur l'ensemble de la population (base 100), de telle sorte que tous les graphiques indiquent les niveaux relatifs d'émission des polluants (CO₂, CO, COV, NOX, particules) de chaque groupe. Ces graphiques sont complétés par ceux des distances tous modes en voiture conducteur et en TC urbains (toujours en base 100). La mise en perspective des quantités de polluants émises et des distances parcourues donne une idée de l'efficacité environnementale relative des différents groupes sociodémographiques, sans gommer "l'effet-volume" comme le ferait un indicateur kilométrique de quantité de polluant émise. Enfin, dans cette partie, les émissions de polluants n'ont pas été spatialisées et concernent l'agglomération dans son ensemble. Préalablement à cette analyse, la présentation des caractéristiques des véhicules utilisés offre un élément d'appréciation des niveaux d'émissions.

2.3.2. Caractéristiques sociales et spécificités des voitures conduites

Les graphiques suivants présentent la structure en termes de carburation, de cylindrée et d'âge des véhicules utilisés le jour de l'enquête par les personnes de chaque groupe social ayant conduit (graphiques de gauche), et la décomposition des distances moyennes parcourues par chaque groupe en tant que conducteur, selon ces trois facteurs (graphiques de droite).

Les véhicules utilisés sont fort divers et dépendent du revenu, de la position dans le cycle de vie et de la localisation résidentielle. En particulier, la contrainte de revenu est nette chez les étudiants et les chômeurs - qui possèdent de loin les véhicules les plus anciens, moins du quart ayant moins de 5 ans – et, dans une moindre mesure, chez les femmes au foyer qui, lorsqu'elles ont l'opportunité de conduire, utilisent souvent la seconde voiture du ménage. Plus généralement, la distinction des groupes sociodémographiques selon le revenu du ménage montre que, du fait de l'importance des coûts d'achat, les contraintes financières plus ou moins présentes déterminent le recours au marché du neuf ou de l'occasion, et par conséquence, l'âge des véhicules utilisés (Tableau 84).

Tableau 84 : Proportion de véhicules récents (<5 ans) dans les voitures utilisées par les conducteurs des différents groupes, selon le revenu du ménage

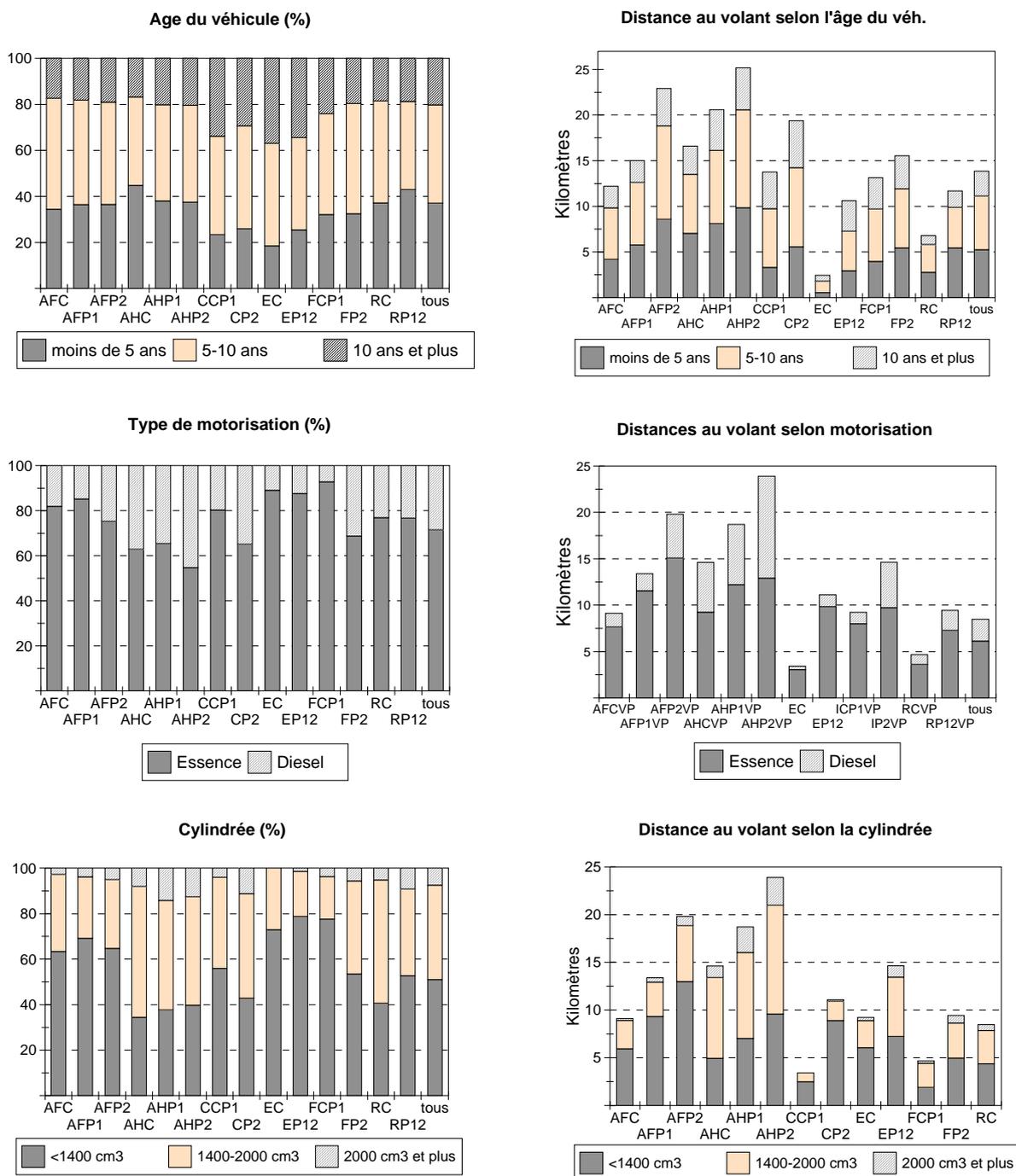
Groupes	Bas revenus par UC	Revenus médians par UC	Hauts revenus par UC	Ensemble
Femmes actives motorisées dans le centre	27	37	35	36
Hommes actifs motorisés dans le centre	26	40	52	46
Femmes actives motorisées en 1 ^{ère} couronne	30	28	40	35
Hommes actifs motorisés en 1 ^{ère} couronne	27	27	49	39
Femmes actives motorisées en 2 ^{ème} couronne	21	35	42	36
Hommes actifs motorisés en 2 ^{ème} couronne	21	30	47	37
Etudiant dans le centre	21	14*	4*	17
Etudiant en périphérie 1 ^{ère} - 2 ^{ème} couronne	12	26	33	25
Retraités motorisé(e)s dans le centre	16*	38	36	34
Retraités motorisé(e)s, 1 ^{ère} - 2 ^{ème} couronne	29	33	52	42
Au foyer motorisé(e)s, centre - 1 ^{ère} couronne	30	11*	41	33
Au foyer motorisé(e)s 2 ^{ème} couronne	28	37	38	34
Chômeurs motorisé(e)s, centre - 1 ^{ère} couronne	12	28	51*	24
Chômeurs motorisé(e)s en 2 ^{ème} couronne	12	33	47*	23
Ensemble	24	34	46	35

* Les proportions portent sur des échantillons inférieurs à 30 conducteurs.

Mais les contraintes financières ne constituent pas le seul facteur explicatif de l'usage de véhicules de petite cylindrée. Le développement de la bimotoresation se traduit généralement, pour les femmes actives notamment, par la disposition d'une seconde voiture de plus petite cylindrée : les deux tiers conduisent un véhicule de moins de 1400 cm³, contre à peine plus de 40% chez leurs homologues masculins (Graphique 31). L'existence simultanée de ces différents modèles d'usage des véhicules de basse ou moyenne gamme explique pourquoi le croisement des groupes de la typologie avec les revenus du ménage ne met pas en évidence d'effet revenu régulier dans les variations du taux de petites cylindrées, à l'exception des hommes actifs vivant dans le centre (46% utilisent un véhicule de moins de 1400 cm³ lorsque les revenus du ménage sont bas, 39% lorsqu'ils sont médians, et 26% lorsqu'ils sont hauts).

A l'inverse, les hommes actifs, de même que les chômeurs de 2^{ème} couronne et les retraités du centre disposent majoritairement de voitures de cylindrée supérieure à 1400 cm³. A l'exception de cette dernière catégorie, ce sont les mêmes groupes qui ont le plus souvent recours aux véhicules diesel pour leurs déplacements quotidiens.

Graphique 31 : Structure du parc automobile utilisé par les conducteurs des groupes selon le type de carburant, la cylindrée et l'âge (%) et distances parcourues selon ces critères (km)



AFC	Femme Active résidant dans le centre
AFP1	Femme Active résidant en 1 ^{ère} couronne
AFP2	Femme Active résidant en 2 ^{ème} couronne
AHC	Homme Actif résidant dans le centre
AHP1	Homme Actif résidant en 1 ^{ère} couronne
AHP2	Homme Actif résidant en 2 ^{ème} couronne
CCP1	Chômeur, dans le centre ou en 1 ^{ère} couronne

CP2	Chômeur, en 2 ^{ème} couronne
EC	Etudiant résidant dans le centre
EP12	Etudiant, en 1 ^{ère} ou 2 ^{ème} couronne
FCP1	Au foyer, dans le centre ou en 1 ^{ère} couronne
FP2	Au foyer, en 2 ^{ème} couronne
RC	Retraité, résidant dans le centre
RP12	Retraité, en 1 ^{ère} ou 2 ^{ème} couronne

En raison de l'éloignement important des lieux d'activités qu'il implique, le fait d'habiter en grande périphérie (et d'avoir à parcourir de longues distances) constitue une motivation forte, et même la principale, pour utiliser des voitures diesel, en vue de limiter les dépenses de carburant. Seuls les étudiants et les retraités de la 2^{ème} couronne échappent à cette tendance, pour des raisons différentes :

- Les premiers sans doute parce que, habitant chez leurs parents, ils ne sont pas prioritaires pour conduire l'éventuel diesel, et accèdent plutôt à des véhicules d'appoint ou anciens ;
- Les retraités, car délivrés d'une bonne partie de la mobilité contrainte, ils roulent moins et sont donc moins sensibles que les actifs aux attraits du diesel, type de véhicule auquel ces générations ont de plus été peu habituées pendant leurs jeunes années.

2.3.3. Des émissions de polluants très contrastées

Sans qu'il soit utile de commenter chaque graphique de façon détaillée, la mise en perspective des différents indicateurs de distances et d'émissions, pour un même groupe de la typologie, apporte des enseignements sur l'influence des différents facteurs d'émission, sur la situation particulière de certains groupes ainsi que l'impact différencié du revenu et de la localisation. Nous renvoyons le lecteur à l'annexe du présent rapport pour l'ensemble des graphiques des différents groupes, classés par budget-distance décroissant.

La première lecture que l'on peut faire des graphiques vise à appréhender les liens entre distances parcourues comme conducteur d'une voiture et en transports collectifs, d'une part, et niveaux de polluants émis, d'autre part. Dans un second temps, nous analyserons les effets du revenu du ménage sur les émissions des différents groupes de la typologie.

2.3.4. Des niveaux d'émission d'abord liés aux budgets-distance, puis aux pratiques modales et aux caractéristiques du parc utilisé

Les groupes ayant en moyenne le plus de kilomètres à leur actif sont généralement aussi ceux qui se caractérisent par les niveaux d'émissions relatifs les plus élevés, la voiture comme conducteur étant alors très utilisée. Aussi, n'est-il pas étonnant de retrouver parmi les émetteurs les plus importants différents groupes résidant en 2^{ème} couronne - actifs et actives, chômeurs et femmes au foyer -, puis les actifs et actives de 1^{ère} couronne,... Ces groupes émettent entre deux à trois fois plus de CO₂, de NO_x ou de particules que la moyenne. On vérifie en particulier qu'à statut égal, habiter en 2^{ème} couronne entraîne nettement plus d'émissions dans les déplacements quotidiens qu'un lieu de résidence central.

Si les niveaux d'émissions reflètent assez clairement les distances parcourues comme conducteur (pour le CO₂, le CO, le COV, les NO_x et les particules) ou en tant qu'utilisateur des transports collectifs (pour les NO_x, et dans une moindre mesure, les particules), les volumes émis peuvent fluctuer assez notablement autour du pivot que constituent les distances parcourues avec ces modes. Une analyse par groupe permet d'illustrer ces variations plus ou moins importantes, en commençant par les actifs dont tous les groupes n'obéissent pas aux mêmes tendances structurelles d'émissions de polluants.

Gros utilisateurs de voitures diesel, les *hommes actifs résidant en 2^{ème} couronne* "surémettent" ainsi des particules par rapport à leurs déjà longues distances comme conducteur, d'un facteur qui peut aller jusqu'à +15%. En revanche, concernant les autres polluants locaux et le CO₂, s'il demeure parmi les plus gros émetteurs en volume, ce groupe est plutôt "sous-émetteur"

par rapport aux distances parcourues, car il utilise à la fois des véhicules diesel et des voitures à essence récentes relativement moins polluantes selon ces critères.

Toujours en ce qui concerne la 2^{ème} couronne, les *femmes actives motorisées*, se caractérisent aussi par un budget-distance élevé en tant que conductrices, mais aussi par des volumes d'émissions de polluants un peu en retrait par rapport à ces distances parcourues, et ce pour tous les polluants locaux, comme pour le CO₂. En 2^{ème} couronne, du point de vue des émissions de polluants, le seul élément de distinction des comportements des actives et des actifs est l'usage beaucoup plus répandu du diesel chez ces derniers.

Les *hommes actifs de 1^{ère} périphérie* présentent des profils beaucoup moins contrastés, les émissions des différents polluants suivant de près les distances parcourues au volant.

Les émissions de polluants par les *femmes actives de 1^{ère} couronne* sont marquées par des distances au volant encore largement au-dessus de la moyenne, par leur usage très dominant de voitures à essence (d'où des émissions de CO et de COV élevées et des volumes de particules relativement bas), par une fréquentation des transports collectifs certes moins rare que chez les trois groupes précédents, mais encore nettement en deçà de la moyenne.

Dans le *centre*, les *hommes actifs* constituent un groupe dont les distances au volant sont encore élevées et les distances en transports collectifs encore faibles par rapport à la moyenne. Leurs émissions sont soumises à des tendances contradictoires du fait des véhicules utilisés : encore relativement beaucoup de diesel, de véhicules de moins de 5 ans, et de cylindrées élevées, de telle sorte que les profils sont, comme pour les hommes actifs de 1^{ère} couronne, relativement « moyens » avec toutefois une légère surémission de particules.

Les *femmes actives du centre* parcourent des distances comme conducteur et en tant qu'usager des transports collectifs plus proches de la moyenne. Leurs taux émissions apparaissent nettement moins élevés, si ce n'est une surémission relative de CO et de COV, et une sous-émission de particules liée à un usage peu répandu de la motorisation diesel.

Enfin, parmi les *actifs*, les individus *n'ayant pas accès au volant* sont bien évidemment les moins émetteurs. Seuls les NO_x sont émis à un taux non négligeable du fait d'un usage des transports collectifs supérieur à la moyenne. Ce profil est aussi celui des *autres groupes non motorisés* et forts utilisateurs du mode collectif, qu'il s'agisse des *chômeurs*, les *écoliers du secondaire* (quel que soit le lieu de résidence) et dans une moindre mesure des *femmes au foyer* et des *retraités*.

Parmi les différents groupes d'*inactifs motorisés*, les *chômeurs* et les *femmes au foyer de 2^{ème} couronne* se rapprochent des actifs motorisés par une mobilité structurée autour de la voiture. Leurs émissions sont dès lors relativement élevées, marquées chez les *chômeurs* à bas revenu par la part importante de véhicules diesel, alors que les *femmes au foyer* ont des profils plus moyens. Les mêmes groupes situés dans le *centre* ou en 1^{ère} couronne sont, sans surprise, moins émetteurs, avec toutefois une légère tendance à la surémission de CO et de COV chez les *femmes au foyer*, du fait sans doute de l'usage de véhicules à essence plutôt anciens.

Les *retraités motorisés*, aux distances plutôt inférieures à la moyenne, ne sont pas parmi les groupes fortement émetteurs. Tout juste peut-on noter un usage plus important de la voiture chez les *retraités aisés de 2^{ème} couronne*, d'où une pointe dans les émissions de ce groupe

Les *étudiants de périphérie* échappent en partie au modèle : distances élevées = fortes émissions car leurs longs déplacements empruntent autant les transports collectifs, voire la voiture comme passager, que la voiture comme conducteur. Leurs émissions s'en trouvent limitées d'autant, à l'exception toutefois de leurs émissions de NOx liées à leur usage des bus. Par rapport aux distances parcourues en voiture, on notera toutefois une légère surémission de CO et de COV liée à l'usage fréquent de véhicules à essence de modèle ancien.

Les *étudiants du centre*, aux distances plus limitées, forment un groupe moins émetteur que la moyenne, même si l'on note, comme pour les étudiants de périphérie, la légère tendance à la surémission de CO et de COV liée à l'usage fréquent de véhicules anciens à essence.

Enfin, les *écoliers du primaire* échappent totalement aux émissions de polluants, du simple fait de notre méthode qui n'affecte aucune émission aux déplacements comme passager d'une voiture, et de leur faible taux d'usage des transports collectifs.

2.3.5. Des effets-revenu secondaires mais non négligeables

L'intérêt du croisement de la typologie individuelle avec les revenus du ménage est de pouvoir juger des effets du revenu en raisonnant, sinon toutes choses égales par ailleurs, tout au moins en ayant contrôlé l'effet des principales variables explicatives des distances parcourues, à savoir le statut d'activité, la localisation du domicile dans l'agglomération, l'accès au volant, et pour les actifs motorisés, le sexe.

Lorsque l'on passe en revue les différences d'émissions de chacun des groupes en fonction des revenus du ménage par unité de consommation, on remarque des différences, parfois importantes, mais le plus souvent limitées. Elles ne remettent en tout cas pas en cause la hiérarchie des volumes émis, qui reste définie principalement par la distance parcourue comme conducteur, et de façon secondaire, par la distance parcourue comme usager des transports collectifs. En revanche, tous les polluants ne fluctuent pas de la même manière selon le revenu, traduisant notamment en cela le fait que les véhicules des ménages à bas revenu sont généralement plus anciens, mais aussi selon les cas, de plus petite cylindrée.

Chez les *actifs et actives résidant en 2^{ème} couronne*, l'effet du revenu est assez net. Des revenus élevés tendent à lisser voire à inverser la hiérarchie des distances parcourues au volant (dont l'ordre est lié positivement au le revenu), sans doute du fait du caractère plus récent et donc plus propre des véhicules utilisés, comme le montrent clairement les émissions relativement faibles de CO et de COV de ces groupes. Inversement, chez les actifs et actives de ménages à bas revenu de la grande périphérie, les longs déplacements nécessaires à l'activité se font avec des véhicules plus anciens, moins performants sur le plan environnemental. Une analyse plus précise des dépenses des ménages permettra de montrer de quelle façon les coûts d'usage et d'acquisition des véhicules pèsent sur les budgets de ces foyers de grande périphérie. Les effets du revenu sont présents, mais moins nets chez les *actifs et les actives du centre et de la 1^{ère} couronne*, ce qui semble accréditer l'idée de marges de manœuvre de moins en moins grandes lorsque l'on s'éloigne du centre-ville.

Cet effet « modérateur » du revenu sur les émissions de polluants n'est pas spécifique aux actifs. On le retrouve chez les *retraités motorisés* de la périphérie de Lyon. Les plus aisés d'entre eux roulent nettement plus que les autres, mais disposent aussi de véhicules plus récents, ce qui tend à modérer leurs émissions de polluants. Il apparaît également, faiblement, chez les *étudiants de la périphérie*, et chez les *chômeurs*. Concernant ce dernier groupe, deux singularités apparaissent : le fort usage de véhicules diesel chez les chômeurs à bas revenus

résidant dans le centre, et chez ceux résidant en périphérie et appartenant à des ménages à hauts revenus, chiffres sans doute dus à la taille limitée des échantillons. Les *femmes au foyer* se caractérisent quant à elles par des taux relatifs d'émissions de particules nettement décroissants avec le revenu, reflétant dans leur cas un usage de plus en plus faible des véhicules diesel lorsque le revenu s'élève.

Dans l'ensemble, à un niveau d'analyse fondé sur l'individu, les effets du revenu apparaissent donc secondaires une fois mis en avant les facteurs constitutifs de la typologie : statut d'activité, localisation résidentielle et possibilités d'accès au volant, qui jouent fortement sur le budget-distance et sur les émissions de polluants. En introduisant le revenu après tous les autres critères discriminants (et notamment après les possibilités d'accès au volant), on limite mécaniquement son champ d'influence aux variations qu'il peut entraîner dans le niveau d'usage de la voiture chez les conducteurs (peu importantes, toutes choses égales par ailleurs) et dans les modèles de véhicules utilisés (qui en revanche peuvent être notables). Mais il est bien évident que l'impact du revenu sur la mobilité ne s'arrête pas à ces deux facteurs. Par les possibilités de localisation résidentielle et de motorisation des ménages qu'il induit, le revenu disponible est bien entendu au cœur des systèmes d'opportunités et de contraintes qui définissent très largement les contours de la mobilité urbaine des personnes. Pour prendre en compte ces opportunités et ces contraintes, qu'elles soient liées au revenu, à la localisation des lieux de résidence et d'activité, ou à la combinaison des deux, l'analyse menée au niveau individuel est insuffisante et doit être complétée par une étude des comportements et des situations des ménages considérés en tant que tels.

3. REVENU, LOCALISATION, CYCLE DE VIE DU MENAGE DISTANCES ET DEPENSES DE TRANSPORT

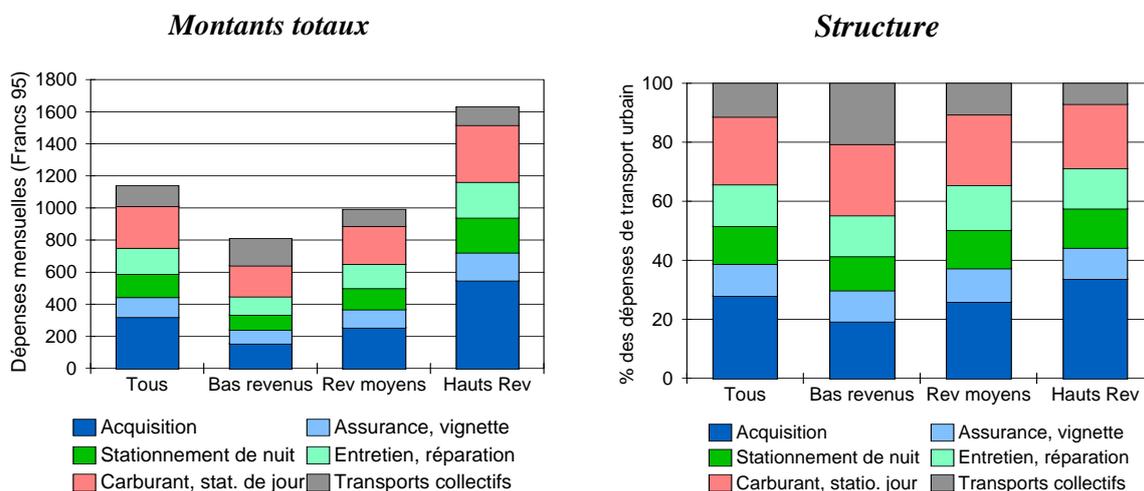
Deux exemples permettent de comprendre pourquoi l'analyse menée à un niveau individuel n'est pas suffisante pour mettre en évidence les questions d'équité. Les différences inter-individuelles peuvent très bien se compenser au sein du ménage : si l'une des personnes prend à sa charge certains déplacements "du ménage" (par exemple, les courses), les distances parcourues par les autres membres de la cellule domestique s'en trouveront diminuées d'autant. Mais, comme la typologie précédente nous le suggère, les écarts interindividuels de distance peuvent aussi se cumuler du fait de l'appartenance à une structure de ménage particulière, du fait des capacités financières et de l'équipement en voitures particulières, ou plus encore selon le lieu de résidence du ménage, la densité en emplois, en équipements, jouant dans le même sens sur la mobilité des différents individus le composant. Pour évaluer ces éventuels compensations et cumuls, il apparaît donc nécessaire de compléter l'analyse menée au niveau individuel en estimant distances et dépenses au niveau de l'unité domestique et par type de ménage homogène, même si les niveaux de mobilité des ménages sont moins évidents à interpréter que les données individuelles car ils sont déjà le résultat d'une agrégation. Préalablement à cette analyse par type de ménage, les effets du revenu et de la localisation sur les distances parcourues avec les différents modes de transport et sur les différentes composantes du budget transport des ménages sont présentés.

3.1. Revenus-dépenses, localisation-dépenses : des liens étroits

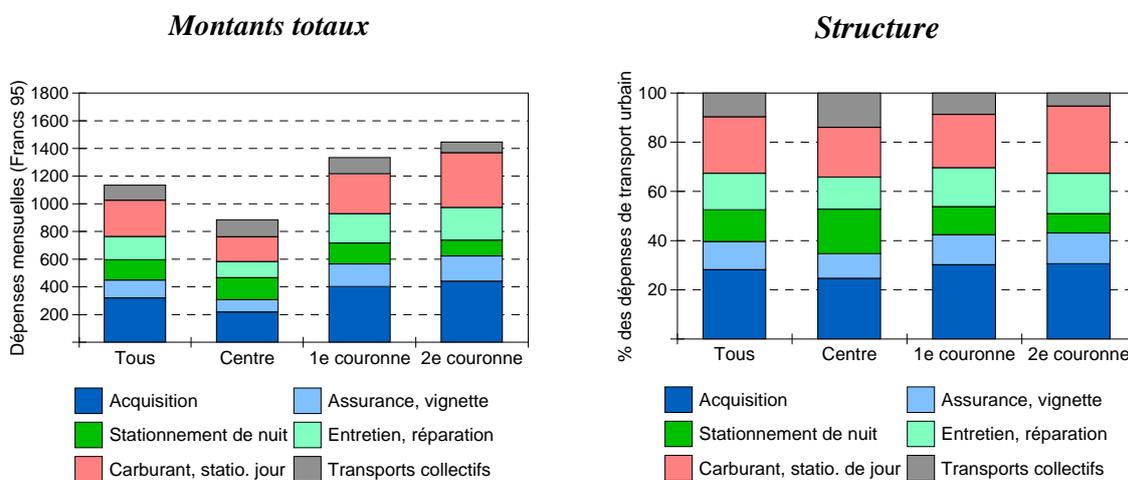
Les chiffres de dépenses présentés intègrent les frais fixes (y compris le coût estimé du stationnement résidentiel) et les frais variables de la voiture, ainsi que les dépenses estimées pour les transports collectifs, pour un usage interne à l'agglomération lyonnaise une fois extrapolée la mobilité d'un jour de semaine à l'ensemble du mois.

Montants et structures de dépenses sont assez différents selon le niveau de revenu du ménage d'une part (Graphique 32), et selon la localisation d'autre part (Graphique 33). Ces différences reflètent d'abord des taux de motorisation plus élevés au fur et à mesure que l'on monte dans l'échelle des revenus, et que l'on s'éloigne du centre, les variations de taille de ménages expliquant une partie des écarts. Au niveau d'agrégation où nous nous situons, le revenu apparaît sans influence sur le kilométrage urbain unitaire des véhicules.

Graphique 32 : Dépenses mensuelles pour les transports urbains, selon le revenu par UC



Graphique 33 : Dépenses mensuelles pour les transports urbains, selon la localisation



En première analyse, la localisation joue quant à elle un peu moins fortement que le revenu sur la motorisation mais beaucoup plus nettement sur l'usage quotidien des véhicules qui s'accroît de l'ordre des deux tiers du centre à la couronne la plus excentrée (Tableau 85). Les kilométrages plus importants proviennent d'une fréquence plus élevée d'usage de la voiture (+30% les jours ouvrables) mais aussi de distances unitaires de déplacement bien plus longues en 2^{ème} couronne que dans les autres zones (+21%).

Tableau 85 : Nombre moyen de voitures possédées par ménage et kilométrages urbains mensuels parcourus par voiture, selon le revenu par UC et la localisation

	Nombre de VP	Dist. par VP en semaine (km)	Dist. par VP le week-end (km)	Dist. par VP tous les jours (km)
<i>Tous ménages</i>	1,09	354	94	448
<i>Bas revenus</i>	0,80	357	91	449
<i>Revenus moyens</i>	1,03	341	92	433
<i>Hauts revenus</i>	1,44	363	98	461
<i>% différence Hauts / Bas revenus</i>	+80%	+2%	+7%	+3%
<i>Centre</i>	0,87	262	88	350
<i>1ère couronne</i>	1,18	346	86	432
<i>2ème couronne</i>	1,42	470	108	578
<i>% différence 2^e couronne / centre</i>	+63%	+79%	+22%	+65%

3.1.1. Un éventail de montants dépensés pour le transport urbain moins large que celui des revenus

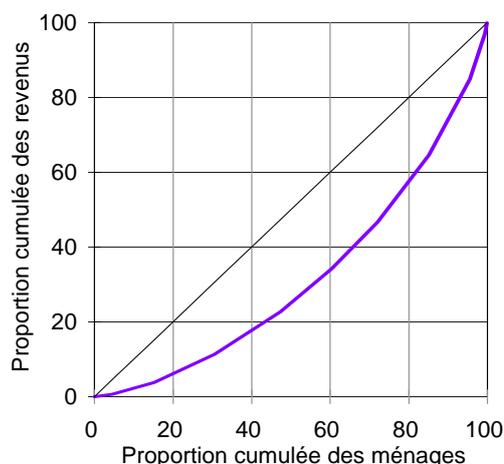
En terme de montant total alloué au transport urbain, les écarts les plus larges se font entre le tiers des ménages à hauts revenus et les autres (+60% par rapport aux revenus moyens, et +100% par rapport aux bas revenus) du fait d'un multi-équipement bien plus fréquent. Le faible écart de dépenses entre revenus bas et moyens suggère qu'il existe un minimum de dépenses incompressibles pour la mobilité urbaine, mais la structure des dépenses n'est pas tout à fait la même entre ces deux groupes.

Chez le tiers des ménages les moins aisés (et moins motorisés), les transports en commun tiennent une place plus importante dans le total des dépenses (20% contre 10% chez les catégories moyennes et moins de 6% chez les hauts revenus). Le carburant constitue le second poste pesant relativement plus lourd dans le budget "transport" lorsque les revenus sont bas (24% des dépenses auto, contre respectivement 21% et 19% chez les revenus moyens et hauts). Les ménages les moins aisés limitant leur coûts d'acquisition par le recours au marché de l'occasion (l'achat de véhicules représente 24% des dépenses auto, contre 36% chez les ménages favorisés), le poste carburant s'en trouve mécaniquement rehaussé, de même que le poste entretien-réparations (17% contre 15% en moyenne dans les deux autres groupes)⁷⁵.

3.1.2. Des coefficients budgétaires inversement proportionnels aux montants dépensés

Le tracé de la courbe de concentration des revenus rappelle la répartition inégale des revenus au sein de la population, 40% des ménages disposant d'à peine 20% du revenu total, tandis qu'à l'autre extrémité, les 20% les plus aisés concentrent plus de 40% du revenu total et le tiers le plus aisé, 60% (Graphique 34).

⁷⁵ Notre méthode de reconstitution étant assez peu désagrégée, ces chiffres ne permettent pas d'estimer d'éventuels surcoûts d'entretien entraînés par l'usage de véhicules très anciens quand les revenus sont bas, et inversement l'existence de pratiques "d'auto-entretien" pour limiter ces coûts (voir chapitre IV).

Graphique 34 : Courbe de Lorenz des revenus des ménages de l'agglomération lyonnaise

Du fait de cette inégale répartition des revenus, l'effort financier entraîné par les dépenses pour les transports urbains est bien plus élevé chez les ménages les moins aisés que chez les hauts revenus, en dépit de montants nettement plus faibles (Tableau 86). Certes, ces taux sont sans doute dans l'ensemble quelque peu surestimés (voir supra)⁷⁶, mais les écarts reflètent des différences bien réelles de situations. En dépit de taux de motorisation plus faibles, les déplacements urbains comptent plus dans le budget des catégories modestes que des autres (11,1% du revenu, contre 8,9% pour la catégorie médiane et 7,8% pour le tiers des ménages les plus aisés).

Tableau 86 : Part du revenu consacré à la mobilité urbaine (voiture ou transports collectifs), selon la classe de revenu du ménage

	Revenu moyen	% de dépenses pour la voiture	% de dépenses pour les transports collectifs
Bas revenus	6 600	8,4	2,7
Revenus moyens	10 600	7,9	1,0
Hauts revenus	22 600	7,4	0,4
Ensemble	13 500	7,9	1,3

Lorsqu'on ne considère que les ménages motorisés de chaque catégorie, le coût mensuel de la (les) voiture imputable à un usage urbain s'élève alors à 1040 F chez les ménages à bas revenus contre 1150 F chez les ménages à revenus moyens, et 1610 F pour les ménages aisés. Les inégalités de revenus entre ménages étant importantes, la pression de ces dépenses sur le budget est inversement proportionnelle à leurs montants : 14,4% chez le premier tiers de la distribution des revenus, 10,4% chez le second et 7,7 chez le 3^{ème}. Aussi, il coûte autant :

pour un ménage à bas revenu, d'utiliser une seule voiture pour ses déplacements urbains que, pour un ménage à revenu moyen, d'en disposer de deux (12% des revenus).

pour un ménage de revenu moyen d'utiliser une seule voiture, que pour un ménage à haut revenu d'en disposer de deux (9%).

⁷⁶ Pour limiter l'influence des pourcentages de dépenses exceptionnels ou aberrants (qui avec notre méthode de reconstitution à partir de montants moyens obtenus de façon exogène à l'enquête-ménages, sont plus fréquents chez les bas revenus), nous avons exclu de l'analyse des coefficients budgétaires les ménages dont la part des dépenses de transport urbain dépasse 40% du revenu.

Logiquement, parmi les ménages multi-équipés, les bas revenus sont les plus contraints financièrement, puisqu'ils consacrent en moyenne 19% de leur revenu à l'usage urbain des véhicules (contre 12% chez les revenus moyens, et 9% chez les hauts revenus). Ne serait-ce que par la détermination forte des taux d'équipement qu'elle implique, la localisation résidentielle a donc elle aussi un impact déterminant sur les dépenses.

3.1.3. Augmentation quasi-mécanique du poste automobile avec l'éloignement du centre, et déclin des dépenses de transports collectifs

L'éloignement du centre se traduit par une nécessité plus grande de faire appel à la voiture sur de plus grandes distances. Il est donc logique que les dépenses mensuelles moyennes par ménage passent d'un peu moins de 800 F à près de 1400 F entre les zones les plus centrales et les banlieues les plus périphériques. En particulier, résider en seconde couronne implique des coûts d'acquisition, des frais d'entretien, de réparation et d'assurance bien plus élevés, ainsi que des dépenses en carburant plus de deux fois supérieures. L'accroissement de leur montant est compensé en partie par la baisse nette des dépenses pour les transports collectifs du centre à la périphérie, comme, sur un autre plan, par celle des dépenses nécessitées (mais rarement budgétées) par le stationnement résidentiel (Graphique 33). A ce dernier poste près, les budgets automobiles supérieurs en périphérie se déclinent donc tout à la fois sur les frais fixes des véhicules et sur les dépenses directement liées à leur usage.

3.1.4. Revenus et localisation : des effets parfois cumulatifs sur les dépenses

Les contraintes spatiales et financières peuvent entraîner des situations assez délicates lorsqu'elles viennent à se conjuguer, c'est-à-dire lorsqu'on habite loin du centre et que l'on dispose de revenus limités, à l'image de ce qui a pu être mis en évidence sur la région Ile-de-France⁷⁷, et comme il a été entrevu sur la grande région lyonnaise à partir des distances domicile-travail des actifs aux recensements de 1975 et 1990⁷⁸.

Le Graphique 35 met en évidence l'impact du croisement de la localisation résidentielle et du revenu des ménages sur les montants (graphique de gauche) et les coefficients budgétaires. Sur les montants dépensés, la capacité financière du ménage⁷⁹ apparaît largement déterminante. Quelle que soit la zone de résidence, les dépenses des bas et hauts revenus fluctuent dans un rapport de 1 à plus de 2 à Lyon et Villeurbanne et dans un rapport de 1 à près de 2 en seconde couronne. Une fois contrôlé l'effet du revenu, le saut quantitatif existant entre les montants de dépenses demeure plus important du centre à la 1^{ère} couronne, que de la 1^{ère} à la seconde couronne.

Quelle que soit la classe de revenu, du centre à la seconde couronne, les parts de budget dépensé pour la mobilité urbaine, augmentent d'un montant équivalent à 2,5% du revenu, et ce en dépit d'une tendance à l'augmentation du revenu par unité de consommation lorsqu'on s'éloigne du centre. Chez les revenus moyens ou hauts, la part du budget consacrée à la voiture croît du centre à la 1^{ère} couronne, les dépenses engendrées en 2^{ème} couronne n'étant, en proportion du revenu, guère supérieures aux valeurs observées en 1^{ère} couronne. La situation des bas revenus se distingue des deux catégories précédentes car le poids du poste transport

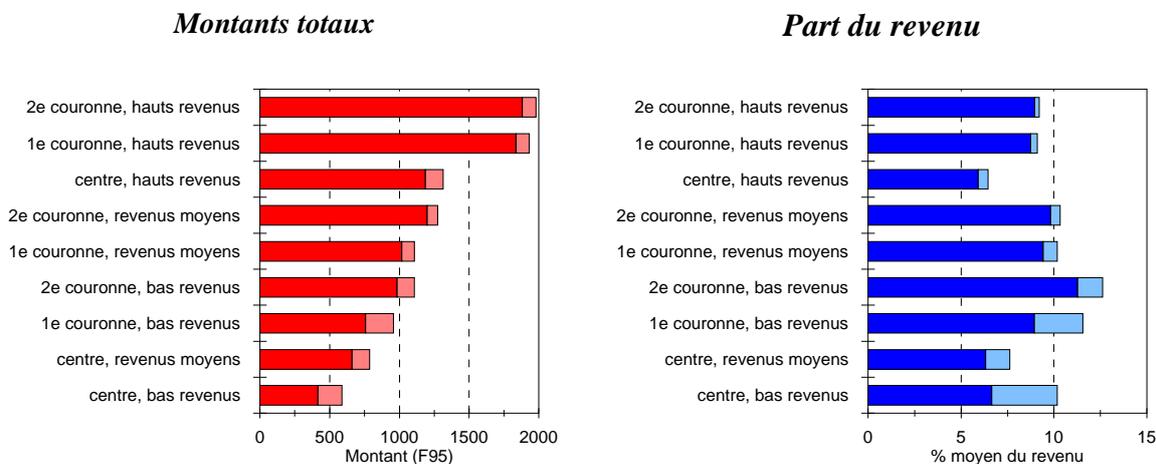
⁷⁷ Voir POLACCHINI A., ORFEUIL J.P., 1998. *Dépenses pour le logement et pour les transports en Ile-de-France*, INRETS, 91 p. + annexes.

⁷⁸ Voir ANDAN O., POCHET P., ROUTHIER J.-L., SCHEOU B. 1999. *Stratégies de localisation des ménages et mobilité domicile-travail*, LET, Rapport de recherche pour le compte de la DRAST, 203 p.

⁷⁹ Evaluées par l'appartenance à l'une des trois classes de revenu par unité de consommation (bas / moyen / haut).

urbain dans le budget continue de croître de la 1^{ère} à la 2^{ème} couronne et ce jusqu'à 12,5% qui constitue le maximum observé parmi ces neuf catégories de revenu - localisation.

Graphique 35 : Dépenses pour la mobilité urbaine selon le revenu et la localisation, par montants décroissants de dépenses



Ces chiffres nous incitent à étudier plus précisément la situation du tiers des ménages ayant les plus bas revenus. Parmi cette population, les effets cumulatifs du revenu et de la localisation sur les dépenses font que les ménages motorisés localisés en périphérie sont logiquement ceux pour lesquels l'effort financier que nécessite la motorisation (et notamment la bi-motorisation) est le plus grand. Si l'on constate qu'une part croissante du budget est consacrée aux déplacements urbains lorsqu'on s'éloigne du centre, c'est essentiellement du fait des taux d'équipement en voiture très variables qu'impliquent ces localisations résidentielles. En effet, 47% seulement des ménages à bas revenus sont motorisés (dont 8% de multimotorisés) dans le centre, contre 65% (23%) en 1^{ère} couronne et 80% (33%) en seconde couronne. La motorisation plus fréquente en périphérie est sous-tendue, au sein de cette classe, par des tailles de ménages et des revenus supérieurs : 5200 F mensuels en centre, 6900 F en 1^{ère} couronne, 8000 F en 2^{ème} couronne⁸⁰.

Les ménages à bas revenus consacrent une part élevée de leur budget pour les déplacements urbains. Logiquement, cette part s'élève encore lorsqu'on ne considère que ceux d'entre eux qui sont motorisés, et avoisine ou dépasse les 20% chez les foyers bimotorisés dans les trois zones mais est déjà de l'ordre de 13 à 16% chez les foyers possédant une seule voiture (Tableau 87). De façon moins intuitive, il apparaît que, à niveau d'équipement donné et proportionnellement au revenu, les ménages centraux à bas revenus dépensent tout autant sinon plus pour leurs déplacements urbains que les ménages résidant en périphérie. Un usage un peu plus fréquent des transports en commun, mais aussi et surtout, un revenu plus limité, constituent les raisons de cette situation moins favorable pour les ménages à bas revenu du centre.

En part de budget, le coût moyen pour les ménages à bas revenus du passage de 0 à 1 voiture, et de 1 à 2 voitures ou plus (soit la différence des parts de revenu affectées aux déplacements urbains par les ménages non-motorisés, mono et bimotorisés) apparaît assez stable quel que soit le lieu de résidence :

⁸⁰ Mesurés en revenu par unité de consommation, les écarts sont encore 20% à l'avantage des ménages de seconde couronne par rapport aux ménages centraux et de 10% par rapports à ceux résidant en 1^{ère} couronne.

par rapport aux dépenses des ménages non motorisés, la possession d'une voiture et son usage urbain coûtent entre 10 et 11% supplémentaires de part de revenu ;

le passage d'une à deux voitures renchérit moins fortement les dépenses de (4 à 6% du revenu), car le second véhicule est dans ce cas sans doute acheté d'occasion, moins bien assuré et roule moins.

Tableau 87 : Revenu moyen et part moyenne du budget affecté et aux déplacements urbains chez les ménages à bas revenus, selon la localisation et le nombre de voitures possédées

	Pas de voiture		1 voiture		2 voitures		Tous	
	Revenu (F95)	Dépenses (%)	Revenu (F95)	Dépenses (%)	Revenu (F95)	Dépenses (%)	Revenu (F95)	Dépenses (%)
Centre	4 070	5,0	6 270	15,8	8 450	19,0	5 250	10,2
1 ^{ère} couronne	4 880	4,1	7 720	14,4	9 410	20,6	6 940	11,6
2 ^{ème} couronne	4 860	2,1	8 130	13,0	10 280	18,8	8 030	12,6
Ensemble	4 350	4,4	7 170	14,6	9 610	20,4	6 360	11,1

Certes, quel que soit le lieu de résidence, les différents niveaux d'équipement correspondent à des tailles de ménage ainsi qu'à des revenus bien hiérarchisés⁸¹. Chez les catégories à bas revenu, au côté des effets d'âge et surtout de génération, la décision de s'équiper dépend étroitement des contraintes financières, mais ce choix implique un effort conséquent, puisque le recalcul d'un revenu disponible "net" (une fois déduites les dépenses de transport urbain) par unité de consommation montre que le surplus de revenu a été en quasi-totalité affecté à la voiture. Ce mécanisme paraît très général, quel que soit le lieu de résidence, et chez les bas revenus, le revenu moyen par unité de consommation affectable à d'autres usages que les transports urbains est très proche quel que soit le niveau d'équipement. L'accès à la motorisation constitue l'un des postes de consommation que les ménages à bas revenus considèrent comme prioritaires dès lors qu'ils disposent d'un minimum de revenus, le recours au marché de l'occasion permettant sans doute de faire rentrer la voiture dans des budgets très serrés⁸². Cette tendance de la voiture à absorber le revenu disponible n'est pas réservée aux ménages à bas revenus, puisqu'elle existe aussi chez les revenus médians et hauts, mais elle est bien évidemment plus contraignante lorsque les ressources financières sont faibles.

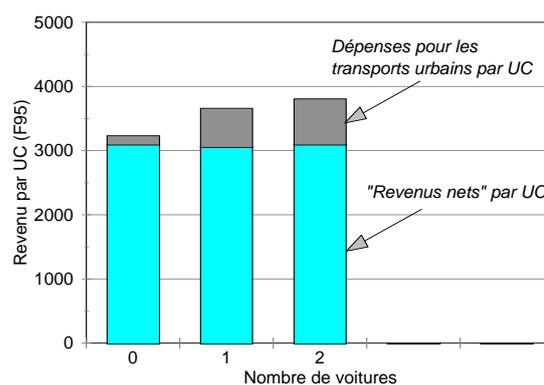
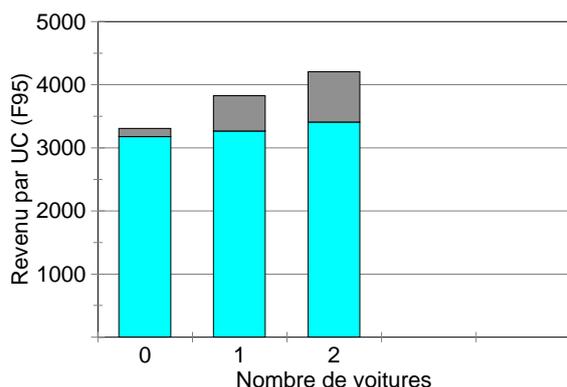
Graphique 36 : Revenu total par UC et revenu "net" (hors dépenses de transport urbain) par UC chez les ménages à bas revenu, selon le nombre de voitures possédées

a) Tous

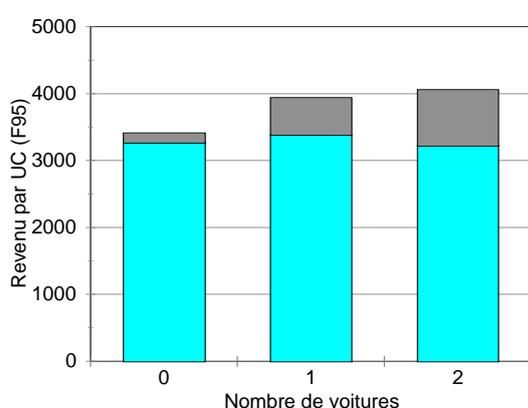
b) Résidents du centre

⁸¹ L'effet propre du niveau de vie du ménage (mesuré en revenu par unité de consommation) est bien réel : chez les bas revenus, les ménages bi-équipés disposent encore, du centre à la seconde couronne, de revenus supérieurs de 21 à 28% à ceux des ménages non-équipés. Une analyse précise de l'impact du revenu sur les taux d'équipement à partir de la même enquête-ménages lyonnaise, montre la prédominance des effets de revenu dans l'explication des différences de motorisation, une fois contrôlés les effets liés à la localisation, à la taille du ménage, à l'âge et à la génération de la personne de référence du ménage. Voir G. CLAISSE et al., *Inégalités de déplacements et équité sociale. Revenus, indices et inégalités d'accès à la VP, résultats provisoires*, 2^{ème} rapport intermédiaire pour le compte de la DRAST (PREDIT-PUCA), LET, 68 p.

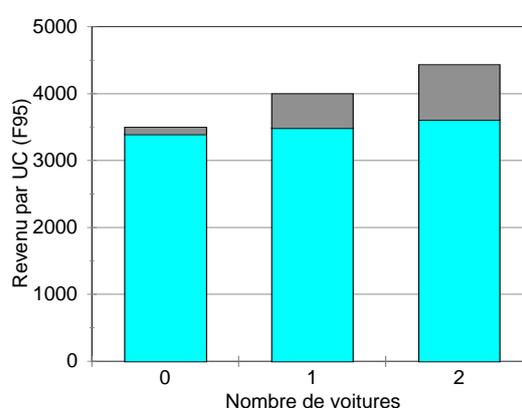
⁸² Voir J. FROUD et al., "Les dépenses de motorisation comme facteur d'accroissement des inégalités et comme frein au développement des entreprises automobiles : une comparaison franco-anglaise", in G. DUPUY, F. BOST, *L'Automobile et son monde*, Ed. de l'Aube, 2000, pp. 75-96.



c) Résidents de 1^{ère} couronne



d) Résidents de 2^{ème} couronne



Pour conclure sur cette analyse croisée des effets de revenu et de localisation, il faut rappeler que, si l'on attire à juste titre l'attention sur la situation difficile des ménages bimotorisés de périphérie, la pression que font peser les déplacements urbains sur le budget des ménages à bas revenus motorisés (notamment bimotorisés) est tout aussi forte en centre qu'en périphérie⁸³. Or, du fait de la concentration encore assez forte des populations dans l'agglomération, le centre est le lieu de résidence de 51% des ménages à bas revenu, et parmi ceux-ci, 47% des ménages équipés d'une voiture et 23% des multi-équipés.

La principale différence de situation vient du fait que dans le centre, à la différence de la seconde couronne, les transports collectifs offrent généralement une alternative à la (bi)-motorisation. Comme dans la région Ile-de-France, les ménages à bas revenus sont bien les plus contraints par leurs dépenses transport, ceux de périphérie étant de surcroît particulièrement dépendants de l'automobile au quotidien. Contraintes spatiales et contrainte financière leur laissent donc peu de marge de manœuvre et les rendent très fragiles dès lors qu'une évolution des prix relatifs (comme une hausse du prix du carburant), ou des revenus, viennent à les affecter.

Toutefois, ces valeurs moyennes recouvrent des situations très diverses des ménages selon leur composition face à la mobilité quotidienne de leurs membres, situations qu'il nous faut maintenant intégrer à cette analyse croisée des effets de revenu et de localisation.

⁸³ Et même un peu plus forte chez les ménages mono-motorisés, du fait de revenus en moyenne plus bas dans le centre.

3.2. Les apports d'une distinction par type de ménage

3.2.1. Précisions de méthode

Les types de ménages ont été construits à partir d'un double constat. D'une part, le lien fort entre la taille du ménage et l'éloignement du centre, nous a amenés à distinguer les ménages selon leur composition (seul, couple sans enfants, couple avec enfant(s)) et à croiser ces différents types avec le découpage en trois couronnes. D'autre part, l'un des objectifs étant de mesurer les contraintes de revenu sur la mobilité et les dépenses, cette dimension doit être distinguée du nombre d'actifs du ménage, qui lui est fortement corrélée. Les types de ménages intègrent donc l'activité du chef et de son éventuel conjoint. Enfin, les ménages seront comme précédemment classés en trois classes selon leur revenu par unité de consommation. Distinction par type de ménage, revenu et localisation impliquent un nombre élevé de sous-groupes et, sur une base de 6000 ménages, des effectifs rapidement très restreints. Aussi, seules les catégories les plus présentes dans la population et les plus facilement comparables ont été étudiées (Tableau 88).

Tableau 88 : Poids des différents types de ménages (en % du total)

	% ménages	% individus	% individus ≥18 ans
<i>Types de ménage retenus</i>			
Inactifs vivant seuls	18,5	8,3	7,5
Actifs vivant seuls	13,6	6,1	10,2
Couples (sans enfant) d'inactifs	11,5	10,4	12,7
Couples dont un seul des conjoints est actif	5,2	4,7	5,8
Couples dont les deux conjoints sont actifs	7,4	6,6	8,1
Familles* dont un seul des conjoints est actif	9,3	15,6	12,1
Familles* dont les deux conjoints sont actifs	17,6	26,5	22,3
<i>Ensemble</i>	<i>83,1</i>	<i>78,2</i>	<i>79,0</i>
<i>Autres catégories</i>			
Familles monoparentales	4,5	4,9	2,9
Familles sans actifs	1,8	2,7	2,5
Familles à plus de deux actifs	1,8	3,3	3,7
Autres types de ménage	8,8	10,9	12,2
<i>Total</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

* couples avec au moins un enfant

Les sept groupes retenus représentent plus de huit ménages sur dix, et presque autant d'individus et de conducteurs potentiels. Pour chacun, nous étudierons les effets simultanés de la localisation et du revenu sur les budgets-distance par mode et sur les grandes composantes des dépenses pour la mobilité urbaine.

3.2.2. Présentation des résultats

Ce panorama des distances et des dépenses urbaines des ménages débute avec les foyers à la structure la plus simple, soit les ménages constitués d'une seule personne (inactive ou active). La connaissance des caractéristiques de ces deux groupes nous fournira des points de repère pour situer les chiffres caractéristiques des couples sans enfants, d'inactifs, à un ou à deux actifs, ces couples nous permettant à leur tour par la suite de mieux apprécier les caractéristiques des familles à un ou à deux actifs.

3.2.3. Les ménages d'une personne, active ou inactive

Représentant près du tiers des ménages, ils sont plus souvent composés d'une personne inactive (58%) qu'active. Ces « mono-ménages », très centraux (deux sur trois résident à Lyon ou Villeurbanne), sont par ailleurs assez dissemblables : les premiers disposent généralement de revenus bas (49%) ou moyens (39%), les seconds sont nettement plus aisés et se situent dans la catégorie de revenus intermédiaire (57%) ou élevés (33%). Composés à 60% de retraités, les inactifs sont âgés (59 ans en moyenne), même si la moyenne d'âge des bas revenus tombe à 49 ans, compte tenu de la présence de nombre d'étudiants, de chômeurs et de personnes au foyer. Les actifs sont quant à eux plutôt jeunes, entre 36 et 40 ans.

Les ménages composés d'une seule personne inactive

Les budgets-distance des *ménages composés d'un inactif ou d'une inactive* demeurent compris entre 5 et 10 km, à deux exceptions près : les hauts revenus en 1^{ère} et 2^{ème} couronne avec respectivement 13 et 22 km. Hormis ces deux catégories, les montants dépensés ne dépassent jamais 8% du revenu et portent la marque d'un usage important des transports en commun, et faible de la voiture. Les dépenses automobiles sont alors essentiellement constituées de frais fixes, et apparaissent très liées au taux de motorisation. Ceux-ci dans l'ensemble assez limités, croissent néanmoins fortement avec le revenu, et de façon secondaire avec l'éloignement du centre.

Les ménages composés d'une seule personne active

Les *ménages composés d'un actif* parcourent des distances encore limitées lorsqu'ils résident dans le centre (entre 11 et 14 km), se déplacent plus en 1^{ère} couronne (de 12 à 18 km selon le revenu) et plus encore lorsqu'ils résident en grande périphérie, éloignée des lieux d'emplois (23 km lorsque les revenus sont intermédiaires, et même 31 km lorsqu'ils sont élevés, quant aux bas revenus, l'échantillon trop limité rend les chiffres trop fragiles pour être analysés). Comme chez les inactifs, le revenu, par son impact très net sur les taux d'équipement, définit largement les montants de dépenses alloués à la voiture. Un lieu de résidence excentré renforce encore cet effet. La motorisation est déjà très répandue en 1^{ère} couronne (respectivement 0,79 et 0,92 véhicule par personne lorsque les revenus sont élevés). Elle est généralisée en 2^{ème} couronne (0,91 véhicule par personne et même 1 véhicule par personne lorsque les revenus sont élevés). Cette diffusion très répandue explique que la part du budget allouée aux transports urbains est la plus élevée chez les actifs aux revenus bas ou intermédiaires de périphérie (11%, contre 7 à 8% dans les autres groupes d'actifs).

3.2.4. Les couples d'actifs et d'inactifs

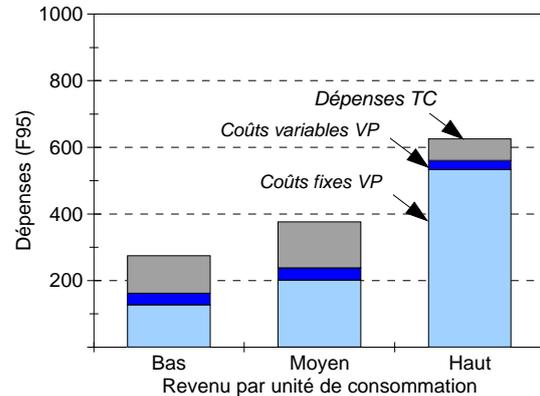
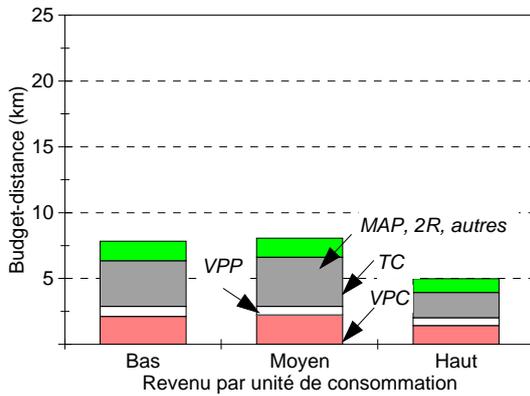
Les *couples (ménages de deux conjoints sans enfant)* constituent près d'un ménage sur quatre (24%). Dans 48% des cas, il s'agit de couples d'inactifs (93% sont alors retraités), tandis que 30% comprennent un actif et 22%, deux. Les couples occupent des logements légèrement moins centraux que la moyenne, sont plutôt aisés (42% des couples de deux inactifs ou d'un seul actif ont des revenus élevés), voire aisés (70% des couples à deux actifs). Ces structures familiales sont d'autant plus jeunes que le nombre d'actifs est élevé. Les inactifs sont plutôt âgés, 90% ont plus de 60 ans ; la personne de référence étant un peu plus jeune lorsque les revenus sont bas (65 ans) que dans les autres cas (69 ans). Chez les couples à un actif, l'âge moyen, entre 42 et 55 ans, cache le fait que l'on a affaire soit à des ménages n'ayant pas encore d'enfants (27% des personnes de référence ont moins de 30 ans) soit à des ménages dont les enfants sont partis du domicile (39% ont entre 50 et 59 ans), soit dont un des

conjoints est déjà partis à la retraite (26% ont plus de 60 ans). Enfin, les couples à deux actifs, dont l'âge de référence se situe entre 36 et 43 ans, sont beaucoup mieux répartis au long de l'échelle d'âge : 32% ont moins de 30 ans, 21% de 30 à 39 ans, 18% de 40 à 49 ans, 30% plus de 50 ans.

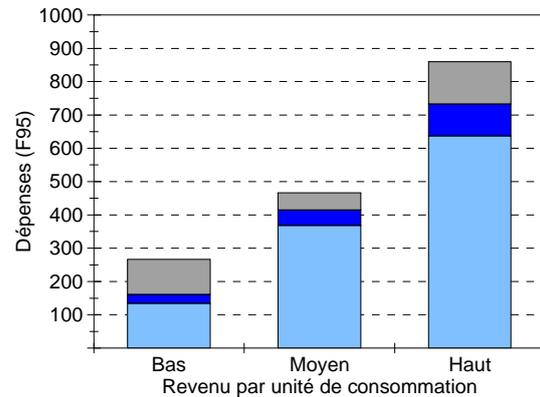
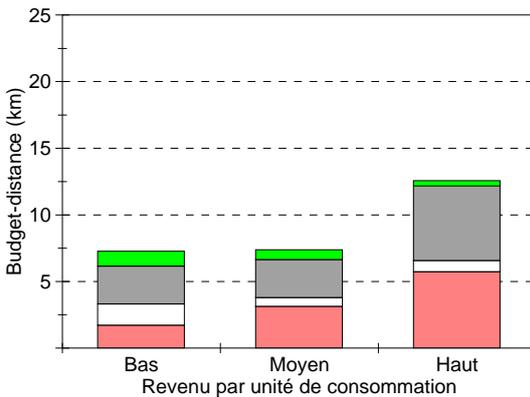
Graphique 37 : Budget-distance des inactifs vivant seuls

Graphique 38 : Dépenses des inactifs vivant seuls

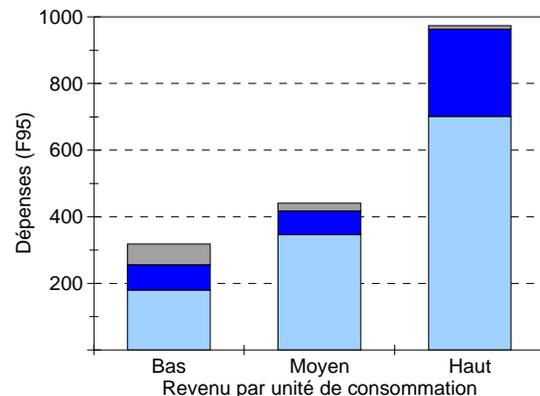
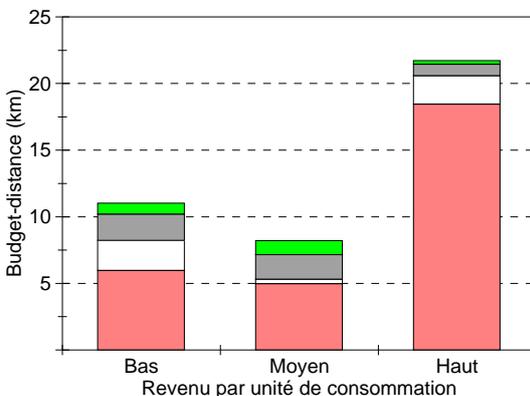
a - résidant dans le centre



b - résidant en 1^{ère} couronne



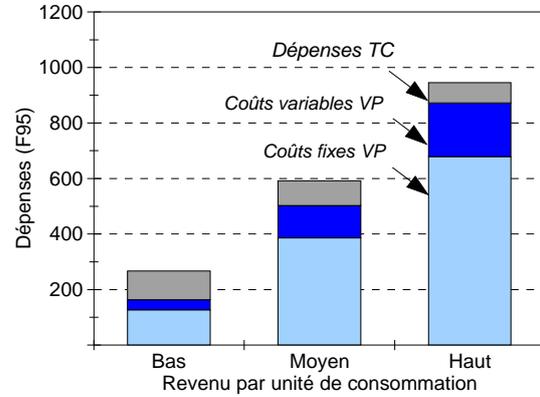
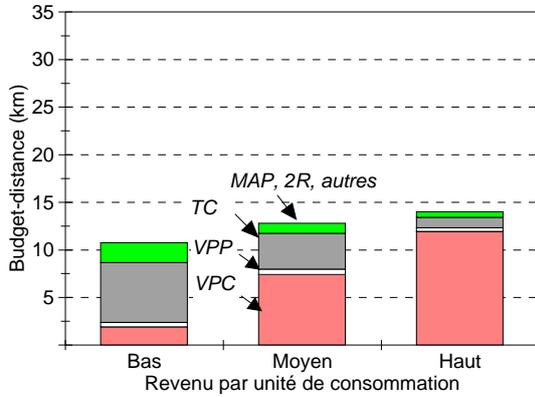
c - résidant en 2^{ème} couronne



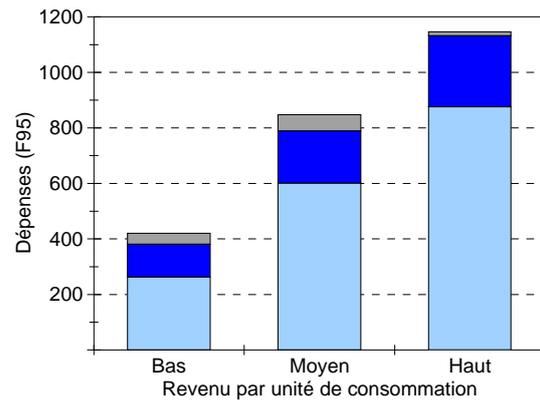
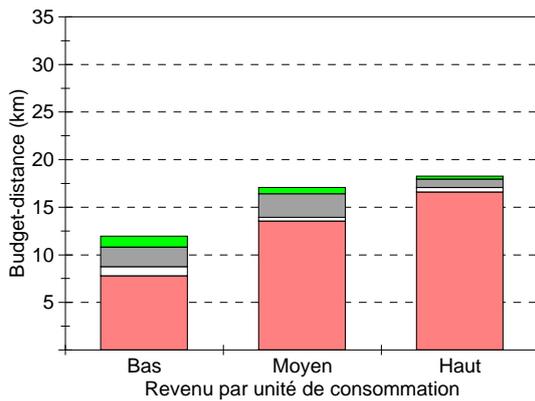
Graphique 39 : Budget-distance des actifs vivant seuls

Graphique 40 : Dépenses des actifs vivant seuls

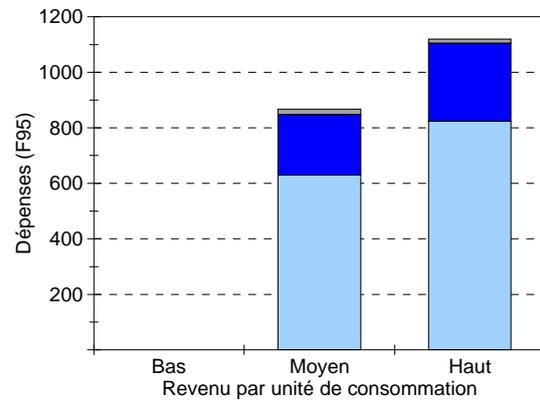
a – résidant dans le centre



b - résidant en 1^{ère} couronne



c - résidant en 2^{ème} couronne



Les couples d'inactifs

Chez les *couples d'inactifs* les budgets-distance sont très stables aux environs de 15 km quotidiens, à l'exception des couples aisés de périphérie (1^{ère} ou 2^{ème} couronne) qui parcourent quotidiennement en moyenne 25 et 30 km. Par rapport aux ménages d'un inactif, les modes utilisés sont quelque peu différents, moins tournés vers les transports collectifs et plus vers la voiture particulière, avec de plus grandes possibilités d'accompagnements et de déplacements automobiles communs. Au centre et en 1^{ère} couronne, les budgets-distance sont le double des budgets-distance des ménages d'un inactif : toutes choses égales par ailleurs, aucune économie d'échelle ne semble exister entre ces deux structures familiales dans les distances parcourues. Il en va de même quant aux sommes dépensées pour assurer cette mobilité, qui se situent rarement au-delà de 1000 F mensuels, à l'exception des hauts revenus vivant en périphérie.

A nouveau, les montants dépensés croissent fortement avec les revenus quelle que soit la zone considérée, dans un rapport de 1 à 1,5 en zone centrale, et de 1 à 2 en périphérie. L'effet de localisation apparaît plus limité puisqu'il renchérit de 10 à 20% les dépenses selon les classes de revenu. La part du revenu affectée à ces dépenses se situe dans l'ensemble entre 8 et 10%. Les ménages aisés du centre, à moins de 6%, sont les moins sollicités à l'inverse des bas revenus du centre et de la 1^{ère} couronne (près de 12% du revenu), alors qu'aux alentours de 9%, les ménages de seconde périphérie se situent dans une situation intermédiaire. On sort ici du schéma *localisation en 2^{ème} couronne = coefficients budgétaires particulièrement élevés pour le transport urbain*, pour différentes raisons : des taux de motorisation très proches d'une zone à l'autre (0,61 voiture par ménage au centre, 0,75 en 1^{ère} couronne et 0,73 en 2^{ème} couronne), un usage de l'automobile lui aussi peu fluctuant (cf. graphiques) ; un usage plus fréquent des TC et un revenu un peu plus faible dans le centre, des dépenses TC et des coûts fixes automobiles plus élevés en 1^{ère} couronne qu'en seconde (en partie du fait des différences de coût du stationnement résidentiel).

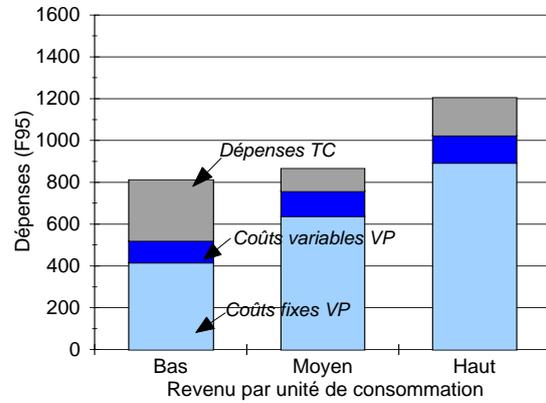
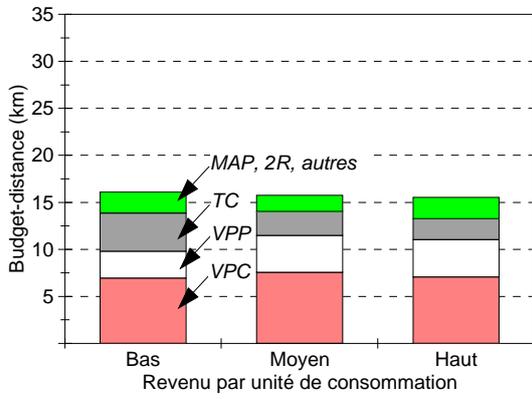
Les couples à deux actifs

Chez les *couples à deux actifs sans enfant*, seuls les ménages à revenus moyens ou hauts peuvent être présentés, faute d'effectifs suffisants pour le groupe des bas revenus. A nouveau, les budgets-distance sont ici proches ou légèrement supérieurs au double des valeurs enregistrées pour les ménages composés d'une personne active. En revanche, de façon générale, les montants de dépenses sont proportionnellement plus limités que ne le laisserait supposer cette première comparaison, même s'ils dépassent fréquemment un montant moyen de 1200 F et peuvent atteindre 2000 F mensuels lorsque ces couples bi-actifs disposent de hauts revenus et résident en périphérie. Deux raisons à ces dépenses limitées (en proportion des distances) : des déplacements plus nombreux comme passager d'une voiture qui limitent les frais variables au km d'une part, et un nombre de voitures par adulte qui, pour être élevé (0,56 à 0,69 chez les revenus moyens et de 0,67 à 0,84 chez les hauts revenus), n'atteint pas les sommets constatés chez les ménages d'un actif. La part du revenu affectée aux déplacements urbains passe du simple au double entre les hauts revenus du centre (6,7%) et les revenus moyens de 2^{ème} couronne (13,2%). Compte tenu de la relative modération des montants de dépenses (625 F par personne), cette dernière proportion peut surprendre, puisqu'elle est nettement plus élevée que celle des actifs seuls de même classe de revenu et zone de résidence (11,5% pour 850 F). Cette inversion provient d'un revenu par personne nettement plus bas ici que chez les ménages d'un actif (5140 F contre 7660).

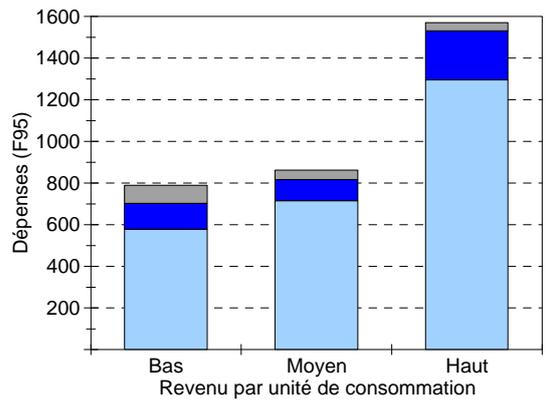
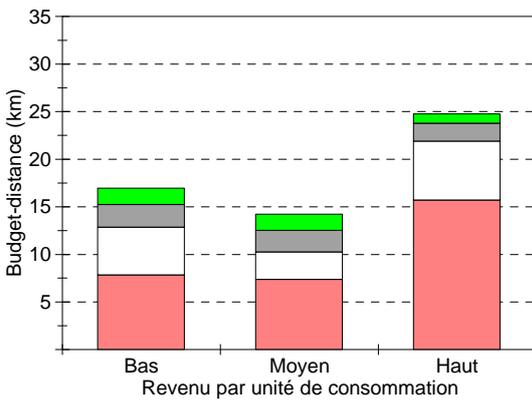
Graphique 41 : Budget-distance des couples d'inactifs sans enfant

Graphique 42 : Dépenses pour la mobilité urbaine des couples d'inactifs sans enfant

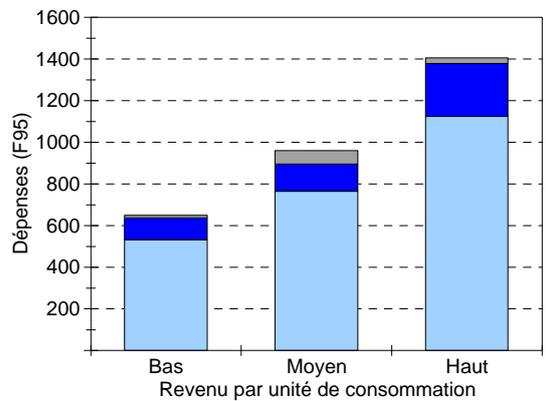
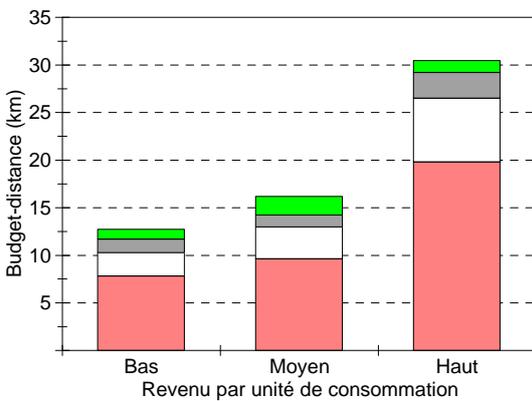
a – résidant dans le centre



b – résidant en 1^{ère} couronne



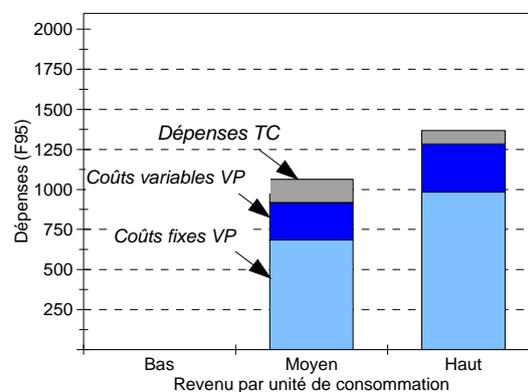
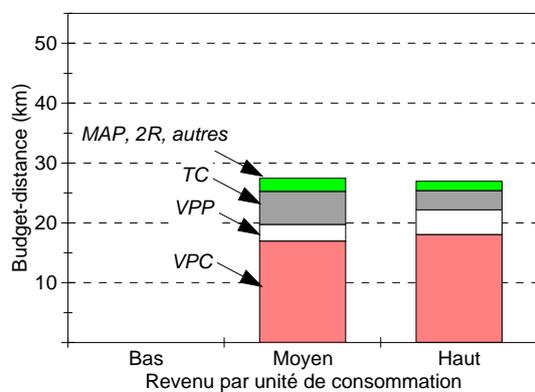
c – résidant en 2^{ème} couronne



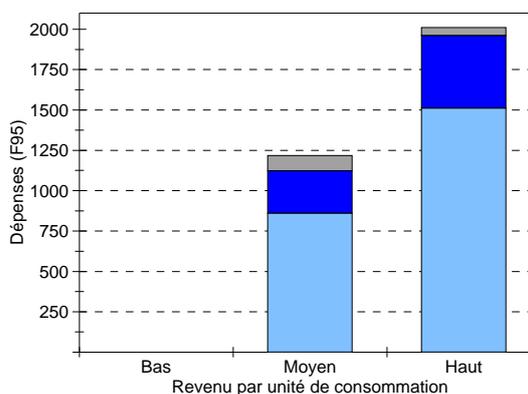
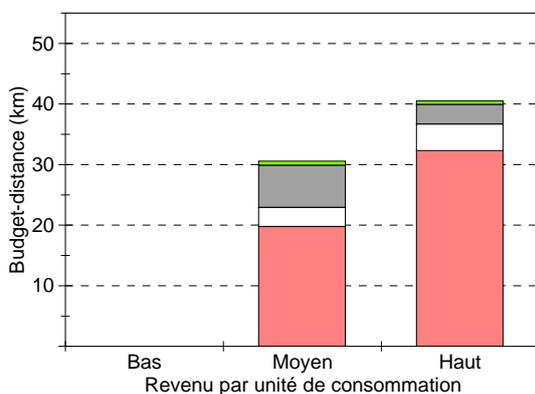
Graphique 43 : Budget-distance des couples biactifs sans enfant

Graphique 44 : Dépenses pour la mobilité urbaine des couples biactifs sans enfant

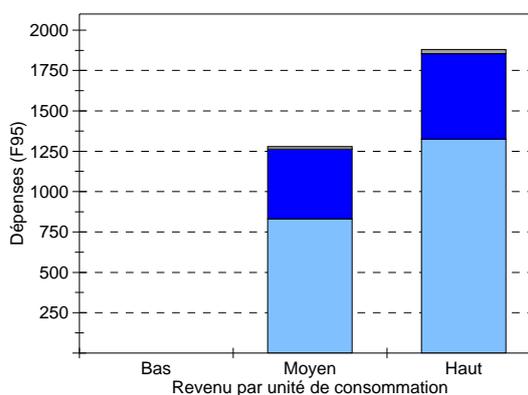
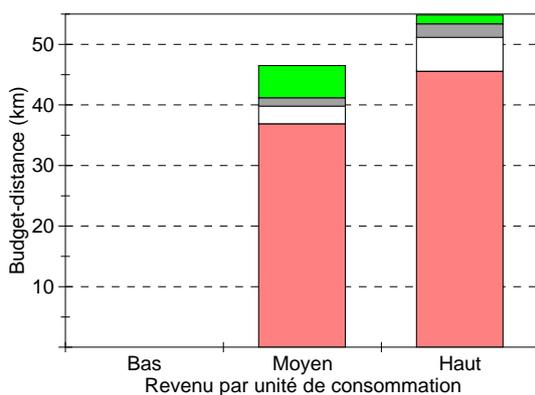
a – résidant dans le centre



b - résidant en 1^{ère} couronne



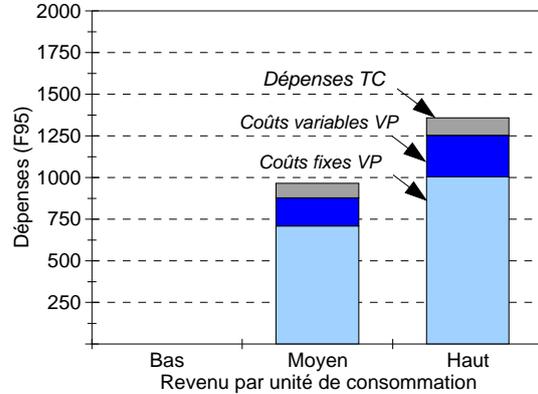
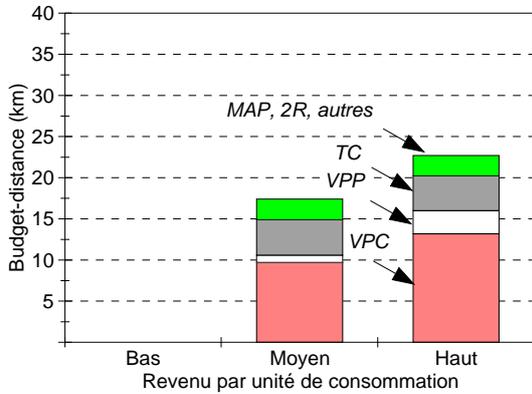
c - résidant en 2^{ème} couronne



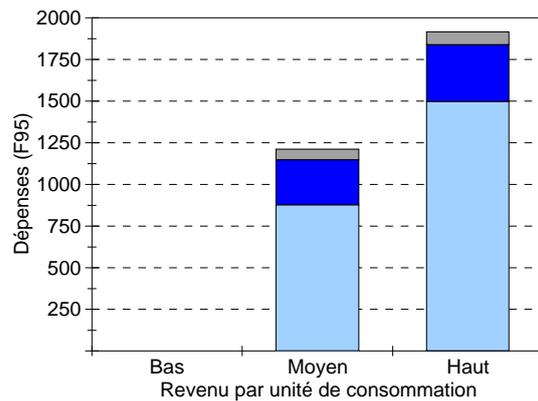
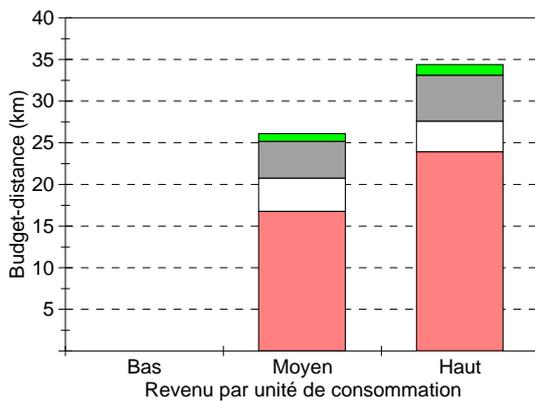
Graphique 45 : Budget-distance des couples à un actif sans enfant

Graphique 46 : Dépenses pour la mobilité urbaine des couples à un actif sans enfant

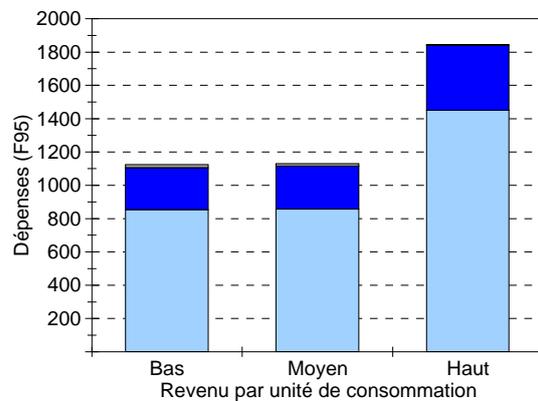
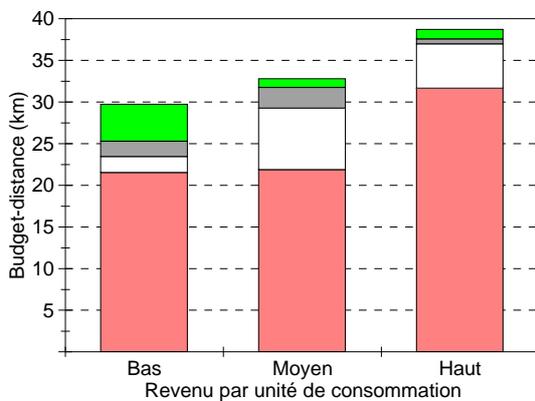
a – résidant dans le centre



b – résidant en 1^{ère} couronne



c – résidant en 2^{ème} couronne



Les couples à un actif

En ce qui concerne les kilométrages parcourus, les *couples dont un seul des deux conjoints travaille* se situent, à revenu et zone de résidence donnés, dans une situation intermédiaire aux deux catégories précédentes : plus mobiles que les couples d'inactifs, ils le sont moins que les couples biactifs, notamment comme conducteur d'une voiture. Les écarts de kilométrages s'amplifient du centre à la seconde couronne au fur et à mesure que les budgets-distance passent de 15-20 à 30-40 km quotidiens. Cette situation intermédiaire se reflète aussi dans les montants moyens dépensés qui s'établissent au minimum à 1000 F, et peuvent avoisiner 1800-1900 F en moyenne chez les hauts revenus de périphérie. Ils entraînent une ponction variable mais pouvant atteindre des niveaux élevés. Ainsi, en seconde couronne, elle se situe à 10% du revenu chez les ménages aisés, à 11,5 chez les revenus intermédiaires, mais à un taux record de 17% lorsque les revenus sont bas. En 1^{ère} couronne, ce sont les catégories de revenu intermédiaires qui dépensent le plus (plus de 12%), devançant les bas revenus (11%) et les revenus élevés (9%).

3.2.5. Les familles dont au moins un des conjoints travaille

Les deux derniers types de ménages présentés sont les familles (couples avec au moins un enfant), dont un seul ou les deux conjoints travaille(nt). Toutes autres caractéristiques contrôlées, la comparaison des familles avec les couples nous permettra d'appréhender l'effet de la présence d'enfants sur les distances et sur le budget alloué à la mobilité urbaine. Elles représentent un bon quart (27%) des ménages et même 42% des individus de plus de 4 ans. Deux sur trois sont des familles à deux actifs, une sur trois, constitue une structure familiale à un actif.

Les spécificités des familles concernent essentiellement les caractéristiques économiques et de localisation résidentielle. Les familles sont moins aisées que les couples sans enfant : bas et hauts revenus représentent respectivement 51 et 23 % des familles à un actif (21 et 42% chez les couples à un actif) ; chez les familles à deux actifs ces chiffres sont de 21 et 45% contre, respectivement 7 et 70% chez les couples à deux actifs. Ces proportions très variables mettent aussi en évidence les grandes différences de situation économique au sein des familles selon le nombre d'actifs.

En revanche, les deux types de familles se rejoignent assez largement sur la nécessité d'occuper de grands logements. Assez proches quant à l'âge moyen de la personne de référence (respectivement 42 ans et 40 ans), les familles à un actif sont cependant un peu plus grandes que les secondes (respectivement 4,3 et 3,8 personnes). Compte tenu de leur taille, de leur niveau de vie et du coût dégressif des logements avec l'éloignement du centre, elles sont amenées à résider plus souvent en périphérie que la moyenne (et que les couples sans enfants). Cela est encore plus vrai lorsqu'elles ne disposent que d'un revenu d'activité (40% habitent en seconde périphérie contre 36% chez les ménages biactifs, et seulement 34% à Lyon ou Villeurbanne).

Dans les deux cas, appartenir au tiers des ménages les plus aisés dispense partiellement de résider en périphérie lointaine (la 2^{ème} couronne ne compte plus alors « que » pour 30,5% et 32,5%). On notera aussi que les familles à bas revenu sont proportionnellement plus présentes que les autres en 1^{ère} couronne où prédomine l'habitat collectif et souvent locatif (29% contre 19% chez les revenus moyens et 23% lorsque les revenus sont élevés). Ces chiffres montrent, d'une part, que les localisations périphériques des familles à revenu bas ou moyen sont en partie contraintes, et d'autre part qu'une localisation en 2^{ème} couronne, souvent liée à une

phase d'accession à la propriété, nécessite un minimum de moyens. Elle demeure hors de portée d'une partie des familles, et notamment des familles à un actif à bas revenu.

Les familles à un actif

Les distances parcourues par les *familles à un actif* sont dans l'ensemble nettement plus importantes que celles des couples à un actif sans enfants, pour atteindre et parfois dépasser le double dans certains cas (bas et moyens revenus en 2^{ème} couronne, revenus moyens dans le centre). Une famille à un actif parcourt en moyenne 35 à 40 km si elle réside dans le centre (sans qu'un effet de revenu soit visible), 45 à 57 km en 1^{ère} couronne et 65 à 80 km en 2^{ème} couronne (kilométrages croissants avec le revenu). Certes la taille des ménages peut expliquer de façon mécanique une partie de ces écarts. Mais, comme nous l'avons vu en présentant la typologie individuelle, les enfants se déplacent nettement moins loin dans l'ensemble que les adultes. L'écart apparaît donc important, et met en évidence un surcroît de mobilité, assuré en partie par les parents et motivé par les enfants, ce que reflète aussi la part importante des distances réalisées comme passager d'une voiture, notamment en 2^{ème} couronne. La présence d'enfants explique aussi les kilométrages relativement élevés en transports collectifs et ce même en seconde couronne.

Ces distances importantes, et des taux de motorisation relativement élevés dès lors que les revenus le permettent (1,7 voitures par ménage chez les moyens et hauts revenus contre 1,1 chez les bas revenus), impliquent des dépenses mensuelles élevées, et dont les fluctuations obéissent là encore plus au revenu qu'à la localisation :

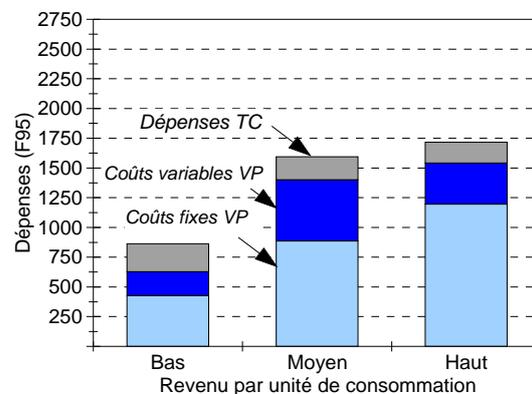
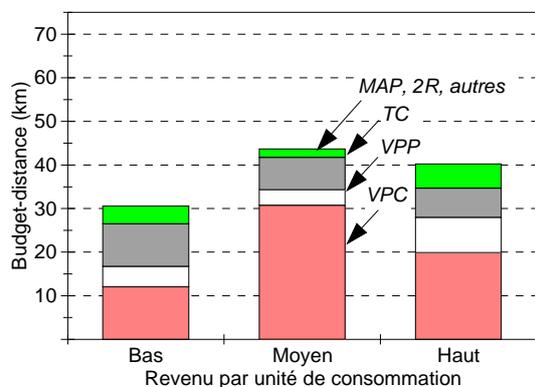
- 900 F dans le centre 1200-1300 F en périphérie chez les bas revenus,
- 1600 – 1700 F chez les revenus moyens,
- 1700 F dans le centre, 2600 F en 1^{ère} couronne et 2200 F en seconde couronne chez les hauts revenus.

Mais les familles à un actif dépensant la part la plus importante de leurs revenus en déplacements urbains demeurent celles qui disposent des revenus les plus bas et qui vivent en 1^{ère} ou seconde couronne (de l'ordre de 13%). Chez les revenus moyens, les taux se situent à 10 - 11% et chez les revenus élevés, de 6,50% au centre à 8% en périphérie.

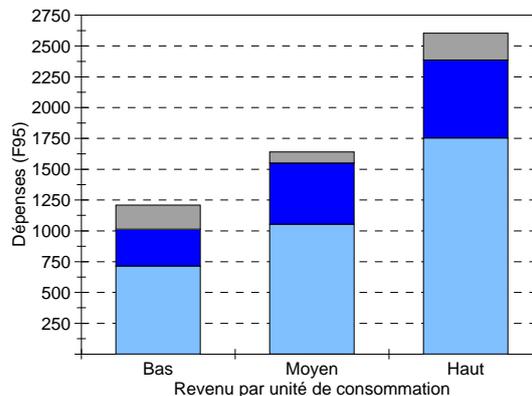
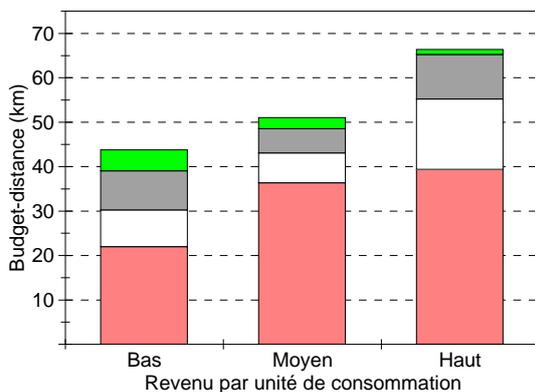
Graphique 47 : Budget-distance des familles à un actif

Graphique 48 : Dépenses des familles à un actif

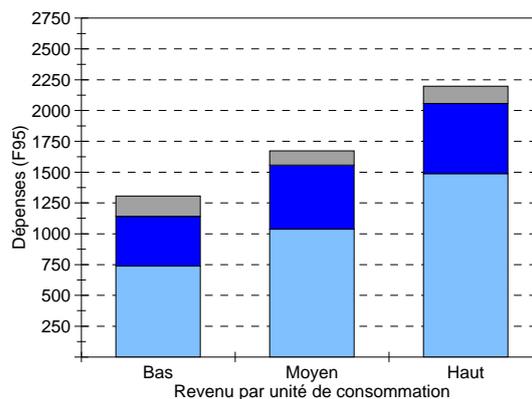
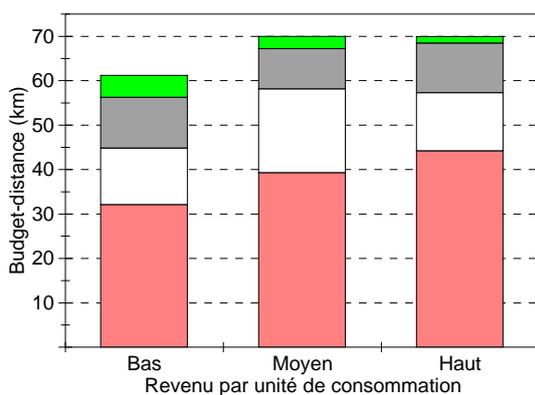
a – résidant dans le centre



b - résidant en 1^{ère} couronne



c - résidant en 2^{ème} couronne



Les familles à deux actifs

Les budgets-distance des *familles dont les deux conjoints travaillent* partagent certaines caractéristiques avec ceux des familles à un actif. Distances assez variables selon la zone et, en périphérie, selon le revenu, distances élevées et très proches de la catégorie précédente une fois fixés la classe de revenu et le lieu de résidence. Là aussi l'usage quantitatif des différents modes motorisés est important quelle que soit la zone : voiture conducteur, mais aussi sur des distances moindres, voiture passager et transports collectifs. Les budgets-distance se situent cette fois encore à des niveaux supérieurs à ceux des couples biactifs sans enfant, mais, à la différence de ce que l'on observe entre couples et familles à un actif, les distances ne se situent plus ici dans un rapport du simple au double, mais de 1 à 1,3 – 1,5⁸⁴. Qu'il s'agisse de familles ou de couples sans enfants, les ménages biactifs à haut revenu de seconde couronne, se caractérisent par les budgets-distance maximaux de leur groupe, la multi-motorisation très répandue (1,53 voitures possédées par ménage chez les bas revenus, 1,80 chez les revenus intermédiaires, et 1,93 chez les hauts revenus) rendant possible de longs déplacements pour le travail ou pour d'autres motifs (respectivement 80 et 55 km quotidiens dont 70 et 50 en voiture).

Les dépenses nécessaires pour ces déplacements sont alors logiquement élevées en périphérie, de 1500 à 2300-2400 francs par mois, ce montant croissant avec le revenu et la motorisation, contre 1150 à 1750 dans le centre de l'agglomération, soit des montants supérieurs d'un tiers. En 1^{ère} couronne, les dépenses des différentes classes de revenus sont tout aussi élevées qu'en 2^{ème} couronne, en dépit d'un budget-distance inférieur d'une vingtaine de kilomètres. Les raisons en sont : un moindre usage de la voiture comme passager au profit des transports collectifs, des taux de motorisation tout aussi élevés, des coûts fixes automobiles un peu plus élevés du fait du différentiel des coûts de stationnement résidentiel un peu plus onéreux qu'en 2^{ème} couronne.

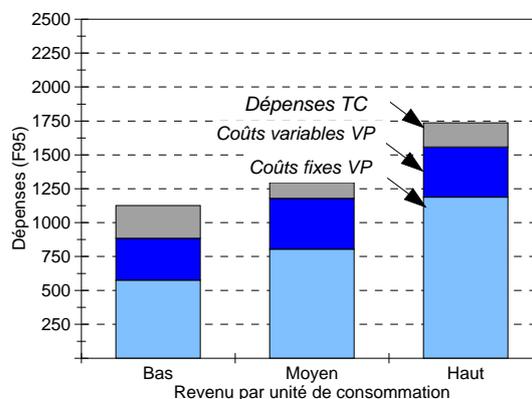
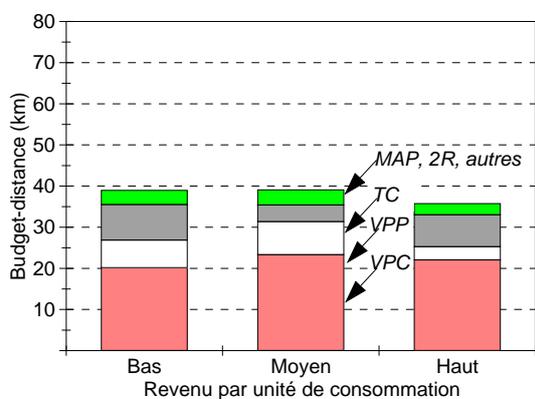
Chez ces familles à deux actifs, les parts de budget se situent dans une fourchette encore légèrement plus large que celles qui caractérisent le groupe précédent, de 6,3% (haut revenu vivant dans le centre) à 13,9% (bas revenu en seconde couronne), et même 14,4% (bas revenu en 1^{ère} couronne), en passant par 9% (hauts revenus en périphérie), 11% (revenus moyens quel que soit le lieu de résidence, bas revenus dans le centre). Cela traduit des différences de situation très importantes selon le revenu. Pour les familles dont les deux conjoints travaillent, le coût induit par la possession de plusieurs voitures, souvent nécessaire en périphérie pour mener à bien les activités quotidiennes, est beaucoup plus difficile à assumer lorsque les revenus sont bas.

⁸⁴ à l'exception des familles à revenu moyen de 1^{ère} couronne dont les distances sont de 73% supérieures à celles des couples équivalents. Rappelons que cette comparaison ne porte que sur les revenus moyens ou hauts, faute d'échantillons suffisants pour les couples biactifs à bas revenus.

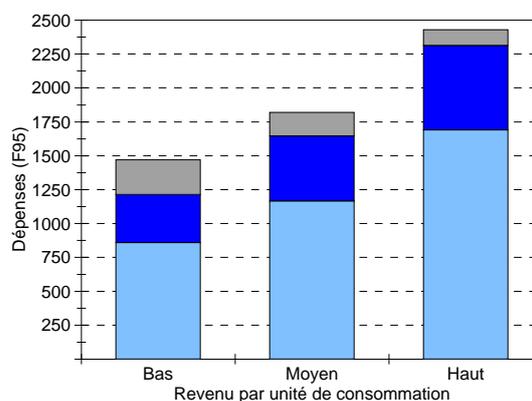
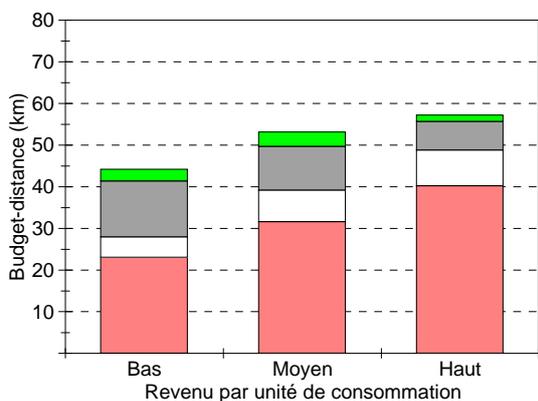
Graphique 49 : Budget-distance des familles à deux actifs

Graphique 50 : Dépenses des familles à deux actifs

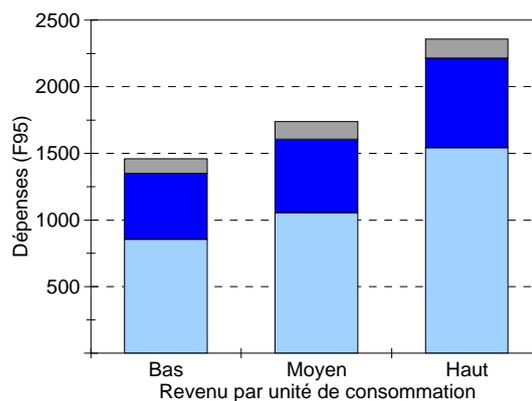
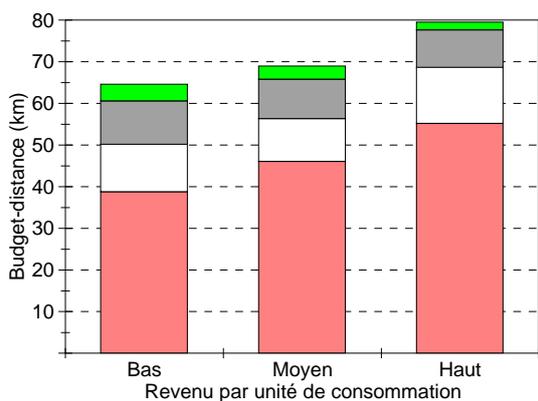
a – résidant dans le centre



b - résidant en 1^{ère} couronne



c - résidant en 2^{ème} couronne



3.3. Synthèse des enseignements issus de la désagrégation par ménage

Une lecture transversale des graphiques par type de ménage, ainsi que le rapprochement des informations de celles apportées par les analyses plus agrégées et par celles issues de la typologie individuelle, permettent d'apporter un certain nombre d'informations intéressantes sur les distances parcourues et sur les dépenses pour la mobilité urbaine.

3.3.1. Des budgets-distance très liés au type de ménage et élastiques avec l'éloignement du centre

L'analyse des distances parcourues par les différents types de ménages rappelle tout d'abord que la structure familiale et le fait pour les conjoints d'exercer ou non une activité professionnelle influencent fortement les kilométrages à parcourir quotidiennement, comme le haut niveau de mobilité des actifs et des actives motorisé(e)s mis en évidence dans la section précédente permettait de le supposer.

Par rapport à la typologie individuelle, l'analyse au niveau "ménage" apporte une information supplémentaire sur la façon dont se composent les distances des différents individus des ménages. A de rares exceptions près, et au niveau d'agrégation où nous nous situons, peu d'économies d'échelle dans l'organisation de la mobilité sont apparues. A niveau de revenus et localisation donnés, les couples d'inactifs font dans l'ensemble près de deux fois plus de kilomètres que les inactifs vivant seuls ; il en va de même des couples sans enfants dont les deux conjoints travaillent, comparés aux actifs vivant seuls. De même, les comparaisons des budgets-distance des familles à un actif avec ceux des couples à un actif semblent indiquer que la présence d'enfants au domicile accroît les besoins de mobilité de l'unité domestique bien au-delà des déplacements réalisés par les enfants eux-mêmes.

Le constat est toutefois différent lorsqu'on rapproche les comportements des ménages à deux actifs avec enfants des couples biactifs sans enfants, puisque dans ce cas, les familles ne parcourent que 30 à 50% de distances de plus que les couples. Ce dernier résultat est-il le reflet de stratégies de rapprochement (ou de contrôle de l'éloignement) du domicile au lieu de travail de l'un des conjoints bien plus fréquentes chez ces familles que chez les couples sans enfants ? On constate en effet que, en dépit du surplus constitué des déplacements domicile-école⁸⁵, la part de distances pour le travail ou le motif scolaire est légèrement moins importante chez les premières que chez les seconds.

Pour une même classe de revenus par unité de consommation, et pour une même localisation résidentielle, la taille du ménage, sa structure et l'éventuelle activité professionnelle du ou des conjoints définissent dans les grandes lignes les activités, et par conséquent, le nombre de déplacement et les distances à réaliser au quotidien. Toutefois, ces valeurs ne sont pas intangibles ou indépendantes du contexte, comme le montrent les fluctuations considérables des budgets-distance selon, en premier lieu, l'éloignement au centre, et secondairement, le revenu disponible. Les différentes analyses ont montré que, de la conjugaison de ces deux facteurs, émergent des situations très contrastées vis-à-vis de la mobilité urbaine et de ses coûts.

⁸⁵ Ces taux sont, pour les familles et les couples à deux actifs, respectivement de 66 et 69%. A titre de comparaison, chez les familles et les couples à un actif, les parts de déplacements pour le travail ou l'école sont respectivement de 54% et 46%.

Le revenu joue plus sur les conditions de réalisation de la mobilité que sur les distances parcourues. Quel que soit le type de ménage considéré, et plus encore en périphérie que dans le centre, les taux de motorisation permis par des revenus élevés sont très nettement supérieurs à ceux des bas revenus, notamment chez les ménages de personnes seules et d'inactifs, et chez les couples avec enfants. Des bas aux hauts revenus, le taux d'accroissement du nombre de voiture par ménage est supérieur à 2,5 chez les personnes seules inactives ou actives (il est vrai, à partir de niveaux très faibles de 0,25 et 0,35 voitures par ménage pour ces ménages centraux), supérieur à 50% chez les couples d'inactifs et les familles à un actif, de l'ordre d'un tiers de plus chez les familles à deux actifs, et seulement d'un quart de plus chez les couples à un actif, et de +22% chez les couples à deux actifs.

A l'évidence, et sans même comparer les caractéristiques des véhicules, le bien automobile est encore loin d'être complètement démocratisé. En particulier, chez les ménages d'une personne à bas revenus, les taux d'équipement demeurent très bas : 24% chez les inactifs et 36% chez les actifs. Les premiers, peu nombreux, actifs à bas salaire (ouvriers ou employés) ont à faire face à des frais incompressibles (logement) laissant peu de place à la voiture. Chez, les seconds, retraités ou inactifs de plus de 60 ans en représentent un sur deux, souvent des femmes très âgées, font partie de générations pour lesquelles l'accès à la voiture était beaucoup plus sélectif. Pour la seconde moitié de ces inactifs vivant seuls, composée d'étudiants (34%), chômeurs (17%), on peut penser que la voiture, actuellement inaccessible pourrait le devenir lors d'un changement de statut.

Si la démocratisation de la voiture n'est pas achevée, sa diffusion dans la population est suffisamment répandue pour que, parmi le tiers des ménages aux bas revenus, 66% des couples d'inactifs en possèdent au moins une, de même que 85% des couples avec au moins un actif, et même 90% des familles avec au moins un actif. L'accès à la voiture est d'autant plus indispensable que la taille du ménage est importante. Comme nous l'avons vu en recalculant un revenu net des dépenses de transport urbain chez les bas revenus (cf. Graphique 36), cette motorisation ne va pourtant pas de soi lorsque les revenus sont limités, et la voiture constitue dans bien des cas l'un des biens pour lequel on est prêt à consentir des sacrifices financiers.

Les écarts importants de revenus disponibles et d'équipement impliquent aussi, nous l'avons vu, des dépenses affectées au transport urbain très variables en fonction des capacités financières. Leurs montants dépendent en premier lieu des taux de motorisation des différents groupes car les frais fixes liés à l'automobile constituent l'essentiel du total. La hiérarchie s'inverse par rapport aux revenus et au taux de motorisation dès lors que ces dépenses sont prises en part relative du revenu, indicateur plus à même de mesurer le taux d'effort réel des ménages que les montants dépensés. A partir de notre décomposition en trois classes de revenu, ce taux d'effort est d'autant plus élevé que les revenus sont bas, ce qui n'est pas sans conséquence sur la sensibilité de ces ménages au prix relatif du transport (voir plus loin). En revanche, l'usage des voitures (mesuré en km par véhicule) est en moyenne le même quelle que soit la classe de revenus par unité de consommation à laquelle appartienne le ménage.

Si la motorisation est d'autant plus nécessaire que le ménage est grand et comporte plusieurs adultes actifs, elle augmente aussi de façon importante avec l'éloignement du lieu de résidence au centre (cf. Tableau 85). Quelle que soit la structure du ménage, le taux d'accroissement du nombre moyen de voitures possédées par ménage du centre à la deuxième couronne est de l'ordre de +25 à +30%, à l'exception des ménages constitués d'une personne inactive (+50% à partir de niveaux très bas). En 2^{ème} couronne, le nombre de voiture par adulte atteint des

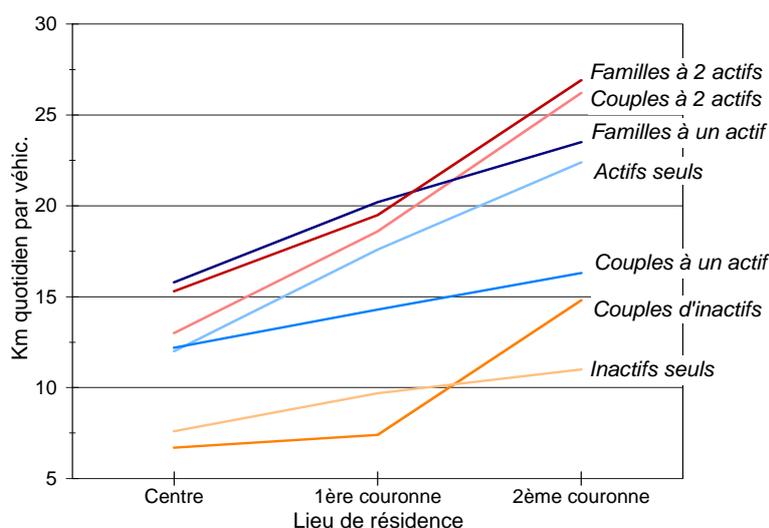
valeurs élevées et assez stables entre 1,55 et 1,6 voitures par ménage (couples à un ou deux actifs, familles à un actif), pour culminer à 1,8 (familles à deux actifs).

Localisation résidentielle et taille du ménage se renforcent donc non pas sur le taux de motorisation, mais sur l'usage quotidien de chacune des voitures possédées par le ménage. Cette intensité moyenne d'utilisation mesurée par la distance parcourue par véhicule, est croissante avec le nombre d'actifs et la présence d'enfants (Graphique 51). En périphérie, l'usage des véhicules est donc le plus élevé chez les ménages les plus grands et les plus motorisés, alors que ceux-ci se traduisent aussi par des niveaux de vie plus limités que dans le centre (Tableau 89). Cet usage plus intensif les incite plus fréquemment à s'équiper de véhicules diesel en seconde couronne que dans le centre, dans le but de diminuer les dépenses en carburant. Cette tendance est particulièrement nette chez les ménages périphériques à un actif (personnes seules, couples ou familles), plus contraints financièrement que les ménages dont les deux conjoints travaillent.

Tableau 89 : Revenu moyen par unité de consommation et part de véhicules diesel dans le parc pour différents types de ménage dans le centre et en 2^{ème} couronne (F95, %)

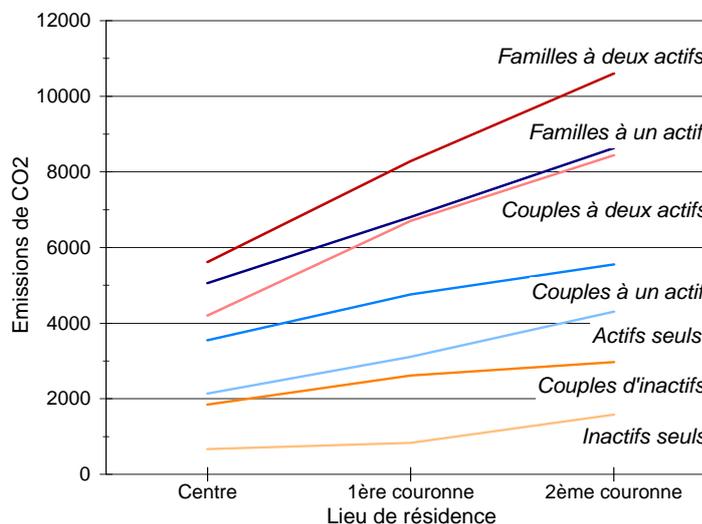
	Centre		2 ^{ème} couronne		Différentiel (2 ^{ème} couronne – centre)	
	Revenu/UC	% diesel	Revenu/UC	% diesel	Revenu/UC	% diesel
Inactif seul	6 150	11,3	6 975	15,1	+825	+3,8
Couples d'inactifs	9 750	20,6	8 190	25,4	-1560	+4,8
Actif seul	9 570	24,7	8 990	34,3	-580	+9,6
Couples à un actif	10 270	26,0	9 490	34,0	-780	+8,0
Familles à un actif	8 010	22,4	6 770	34,3	-1 240	+11,9
Couples à deux actifs	12 510	27,2	11 630	35,4	-880	+8,2
Familles à deux actifs	10 110	30,7	8 990	36,4	-1 220	+5,7

Graphique 51 : Kilométrage quotidien par automobile suivant les différents types de ménage et leur localisation résidentielle



Rien n'a été dit jusqu'à présent sur les émissions de polluants des différents types de ménage, mais ils sont très liés aux budgets-distance déjà analysés et notamment, en premier lieu aux distances parcourues au volant, et en second lieu aux transports en commun. A titre d'illustration, les volumes moyens de CO₂ émis quotidiennement par les différents types de ménages sont présentés (Graphique 52).

Graphique 52 : Emissions de CO₂ des différents types de ménage, selon la localisation



Ces volumes émis apparaissent donc logiquement très liés à la situation du ménage (composition et nombre d'actifs), qui définit les besoins de mobilité des individus. Les différences de quantités de CO₂ émise selon la localisation sont les plus élevées pour les structures familiales dont les deux conjoints travaillent et / ou ont des enfants, puis chez les actifs vivant seuls, soit chez les groupes de ménages dont le budget-distance est le plus marqué par la mobilité à motif professionnel ou scolaire. Les déplacements pour le travail ou l'école représentent 64% des distances parcourues pour les ménages composés d'un actif, 69% pour les couples à deux actifs, 54% pour les familles à un actif, et 66% chez les familles à deux actifs. L'usage généralisé de la voiture, qui permet d'affaiblir les contraintes spatiales et temporelles, se traduit par des budgets-distance particulièrement importants.

Le croisement des critères de localisation et de revenus par type de ménage fournit un autre résultat intéressant, dans cette analyse des situations différentielles des principaux types de ménage, que l'on peut résumer ainsi :

- Pour un type de ménage donné, lorsque le domicile est situé en centre-ville, les budgets-distance sont beaucoup plus stables d'une classe de revenu à l'autre, à des niveaux généralement nettement plus faibles qu'en 1^{ère} couronne, et a fortiori qu'en 2^{ème} couronne. En effet, dans le centre, les distances ne croissent nettement avec l'aisance financière que chez les familles à un actif⁸⁶. Pour les autres structures familiales, les distances ne croissent que légèrement (actifs vivant seuls), sont stables ou décroissent légèrement (familles à deux actifs, couples d'inactifs, inactifs vivant seul).

⁸⁶ ...lors du passage de bas revenus à revenus intermédiaires, mais cette dernière valeur porte sur un faible échantillon (32 ménages) ce qui peut expliquer qu'elle soit excessivement élevée.

- Les ménages aisés bénéficient plus de la centralité de leur lieu de résidence que les ménages à bas revenu, pour différentes raisons. Les possibilités de choix résidentiel sont plus larges dans leur cas. A l'inverse, compte tenu des prix fonciers, les ménages de revenu modeste résidant à Lyon ou Villeurbanne se situent sans doute pour une bonne partie d'entre eux dans les quartiers populaires de ces deux communes centre, qui ne sont peut-être pas les mieux équipés en services courants et en emplois. On a vu notamment que les emplois industriels se délocalisent de plus en plus en périphérie, ce qui tend à rallonger les déplacements domicile-travail des ouvriers, et notamment des ouvriers vivant à Lyon et à Villeurbanne⁸⁷.

Quant aux écarts absolus plus importants de kilométrages selon la classe de revenus en périphérie qu'en ville centre, ils mettent en évidence les contraintes propres aux ménages périphériques défavorisés. Pour une structure de ménage donnée, leurs budgets-distance, souvent inférieurs de plus de 10 km à ceux des catégories plus aisées en 1^{ère} ou 2^{ème} couronne sont étroitement liés à leurs moins grandes capacités financières. Plus précisément, c'est bien l'usage de l'automobile qui est en jeu, avec des différences maximales en 1^{ère} couronne où les distances parcourues au volant vont jusqu'à quasiment doubler entre bas et hauts revenus. En 2^{ème} couronne, les écarts entre les deux catégories de revenu extrêmes sont importants, même si en part relative ils apparaissent plus limités (+50% « seulement »), du fait de distances minimales à parcourir élevées en périphérie peu dense, quel que soit le revenu.

Les budgets-distance des ménages à bas revenus sont nettement inférieurs au potentiel quotidiennement réalisable que représente celui réalisé par les ménages de même structure, à hauts revenus. Ils pourraient rapidement s'accroître en cas de croissance économique et d'amélioration des revenus. Seule une comparaison dans le temps de données d'enquêtes-ménages permettrait de préciser ces tendances. Mais quoi qu'il en soit, les ménages d'actifs périphériques sont actuellement à la fois parmi les plus contraints par le coût des déplacements urbains, et les premiers concernés (avec les inactifs⁸⁸) par les dynamiques d'allongement des distances de déplacement et d'usage croissant de l'automobile. Leur situation apparaît donc particulièrement fragile face à une éventuelle remise en cause de leurs schémas de mobilité.

3.3.2. Des efforts sur les budgets très variables selon les ménages

Si, pour un type de ménage donné, les distances semblent dépendre plus directement du lieu de résidence que du revenu du ménage, c'est l'inverse qui se produit pour les montants de dépenses. Le fait que les dépenses fluctuent plus selon le revenu que selon la localisation peut sembler contradictoire avec l'analyse des budgets-distance menés par le biais de la typologie individuelle, où le revenu apparaissait secondaire. Cette contradiction n'est qu'apparente. Les effet-revenu apparaissent plus clairement lorsqu'ils sont analysés au niveau des ménages (sur

⁸⁷ Les évolutions de localisation de l'emploi et les contraintes de localisation plus fortes quand les revenus sont bas expliquent sans doute en grande partie qu'entre 1986 et 1995 dans l'agglomération lyonnaise, les ouvriers, puis les employés sont, parmi les actifs, les deux professions qui ont vu leur distance domicile-travail s'accroître le plus (respectivement +16,9% et + 9,3%, contre +0,8% pour les cadres moyens, -0,6% pour les cadres supérieurs et -9,2% pour les non-salariés). Voir P.-A. POIVRE, *Emissions polluantes et consommation d'énergie liées aux déplacements sur l'agglomération lyonnaise. Analyse des évolutions ente 1986 et 1995 à l'aide des Budgets Energie Environnement des Déplacements (BEED)*, Travail de Fin d'Etude, ENTPE, 2000, 90 p.

⁸⁸ avec les inactifs, comme le montre la comparaison des budgets-distance lyonnais menée entre 1986 et 1995 (+ pour les retraités, % pour les personnes au foyer, voir P.A. POIVRE, op. cit.). Les premiers bénéficient d'une dynamique générationnelle, les retraités étant de plus en plus motorisés au fil des enquêtes, les seconds, de la poursuite de la bimotorisation des ménages. Mais dans tous les cas cette croissance se fait à partir de niveaux assez bas et les inactifs demeurent en retrait des actifs quant aux budgets-distance réalisés (cf. résultats de la typologie individuelle).

les budgets-distance et plus encore sur les dépenses) puisqu'ils intègrent ici les différences de motorisation. Elles se traduisent par des frais fixes très différents selon le revenu, car le fait de raisonner à structure de ménage fixée réduit semble-t-il plus les effets localisation que les effets revenu. Qui plus est, un facteur annexe est à considérer, lié à notre choix de valoriser les dépenses de stationnement résidentiel des véhicules, proportionnellement bien plus élevés dans le cas des ménages centraux que des ménages périphériques, ce qui tend à réduire les différences spatiales dans les dépenses totales.

Ceci étant, ces deux facteurs peuvent avoir des effets cumulatifs et, pour un type de ménage donné, les ménages à bas revenu et à localisation excentrée sont ceux qui connaissent la situation financière la plus contrainte. Même si l'on fait l'hypothèse que compte tenu de la méthode de calcul, les coefficients budgétaires présentés sont surestimés d'un à deux points (voir plus haut), il n'en demeure pas moins que le fait de consacrer 10 à 12% du revenu aux déplacements urbains est élevé – ces chiffres pouvant facilement monter à 15-18% parmi les ménages motorisés –, d'autant plus que les dépenses induites par la mobilité non urbaine n'ont pas été intégrées. Leur prise en compte reviendrait à doubler en moyenne ces coefficients budgétaires, même si l'on peut penser qu'en ce domaine, les compensations et les arbitrages doivent être différents selon le revenu, aspect que nos données ne nous permettent pas d'appréhender.

Conformément aux estimations nationales, la part la plus importante des montants dépensés est constituée de frais payés, au mieux une fois par mois (remboursement de prêts à la consommation), voire plus irrégulièrement (pour le poste entretien-réparation), à l'année (assurance, vignette), ou même parfois de coûts pas intégrés du tout, comme c'est souvent le cas du stationnement résidentiel. Ces montants de dépenses fixes sont rarement comptabilisés dans le budget réservé aux déplacements urbains, d'autant plus qu'une partie de ces frais est imputable à un usage extra urbain et dépassant le quotidien sur lequel nous nous sommes concentrés (même si les estimations de dépenses présentées intègrent l'usage urbain des véhicules le week-end).

Les coûts variables urbains de la voiture (carburant, frais de stationnement en journée...) et des transports collectifs (prix du ticket ou de l'abonnement) ne constituent bien que la partie immergée des dépenses, mais aussi la plus sensible à toute variation de prix, car réguliers et aisément imputable à un type d'usage particulier.

Or, frais variables liés à la voiture et dépenses pour les transports collectifs représentent une proportion un peu plus importante du total des dépenses transport des ménages à bas revenu que des autres, dans un ensemble qui pèse déjà plus lourd en proportion. Logiquement, les groupes de ménages à bas revenu seront donc plus sensibles encore que les autres aux évolutions (et notamment aux évolutions à la hausse), et cela en dépit de plus faibles kilométrages urbains par ménage du fait d'un accès plus limité à la voiture.

4. CONCLUSION : QUELS INDICATEURS POUR PRENDRE EN COMPTE LA DIMENSION SOCIALE DES PRATIQUES DE MOBILITE ET LEUR REGULATION ?

Ce rapprochement des pratiques de mobilité des individus et des ménages avec les dépenses impliquées, fournit des informations à notre connaissance inédites en dehors de l'Île-de-France sur les situations et les contraintes que connaissent les citoyens. En dépit de son caractère exploratoire et de ses limites, mentionnées au long du rapport, cet exercice apporte

des éléments de connaissance de cette dimension essentielle, bien que souvent négligée, de la « mobilité durable ». Les résultats fortement contrastés permettent de mieux cerner les marges de manœuvre financière des ménages en fonction de leur lieu de résidence et de leur niveau de vie, compte tenu de leur composition et des pratiques de mobilité de leurs membres.

Par la mise en évidence de budgets-distance très différents selon les groupes d'individus et de ménages, ces typologies montrent tout d'abord la grande disparité de comportements de mobilité reflétant des contraintes, des obligations, des opportunités de déplacement très variables selon le cycle de vie, le statut d'activité, la localisation résidentielle, le revenu. En particulier, les densités très variables tant en résidences qu'en emplois des différentes couronnes définissent très largement l'étendue des espaces fréquentés quotidiennement et, par conséquent, les budgets privés et environnementaux (ou volumes des différents polluants locaux et globaux) moyens émis par les différents groupes.

Ces résultats valident ainsi notre parti pris de départ de ne pas raisonner, pour évaluer l'impact atmosphérique des comportements de mobilité quotidienne locale, sur un individu ou un ménage moyens. Cette désagrégation apparaît également indispensable dès lors que l'on cherche à imaginer la manière dont pourrait, ou devrait évoluer à terme la mobilité des citadins, pour limiter au mieux les atteintes environnementales locales et globales. Le croisement des sept types principaux de ménage avec les trois niveaux de revenus et les trois zones de résidence constitue le niveau de désagrégation le plus fin compte tenu des contraintes de la taille de l'échantillon disponible, certains groupes étant même en-dessous de la taille minimale statistiquement satisfaisante. Sur un plan opérationnel, les résultats précis de ce chapitre ne sont pas tous indispensables. Ils permettent en revanche de proposer différents indicateurs « minimaux » à considérer lorsqu'on se préoccupe de prendre en compte les inégalités de déplacement, et les impacts sociaux des politiques de régulation de la mobilité urbaine quotidienne.

Dans la dimension sociale, l'intégration d'un *indicateur de niveau de vie des ménages* apparaît primordiale pour prendre en compte les inégalités de revenus. Les ménages étant à géométrie variable, un tel indicateur ne peut être utilisé tel quel. Le moyen le plus classique de le rendre comparables est de calculer un *revenu par unité de consommation*, chaque unité de consommation du ménage ayant les mêmes besoins. Pour le calcul du nombre d'unités de consommation, nous avons utilisé les nouvelles pondérations proposées par l'INSEE, le premier adulte étant pondéré par 1, les autres personnes de 14 ans et plus par 0,5, les autres personnes de moins de 14 ans par 0,3). Sans aller jusqu'à construire des déciles, la partition des ménages en trois classes apparaît suffisante pour mettre en évidence la situation des moins aisés, et l'impact du revenu sur la motorisation et la mobilité.

Si le calcul d'un revenu par unité de consommation permet de classer des ménages de composition différente selon leur niveau de vie, le fait de considérer quelques types de ménages garde son intérêt propre car il met bien en évidence des activités, des contraintes spécifiques, du fait de la présence d'enfants, de l'activité des conjoints.

Dans le choix d'indicateurs d'analyse de la mobilité, il paraît important de privilégier les indicateurs de *longueur des déplacements (budgets-distance tous modes ou décomposé par mode ou motif de déplacement)* plus que les indicateurs de fréquence (nombre de déplacements), tant sur le plan de la différenciation économique et sociale qu'ils mettent en évidence, que sur le plan environnemental, les distances de déplacement expliquant une grande partie des différences en matière d'émissions, notamment entre centre et périphéries. Pour être comprises, ces différences de budget-distance des ménages doivent être mis en

perspectives avec la taille du ménage et avec les caractéristiques des individus qui les composent.

De même, la double référence aux caractéristiques de l'individu et du ménage apparaît indispensable si l'on veut comprendre la contribution de chacun à l'émission de polluants. Concernant les émissions de polluants, il est important de distinguer *les polluants locaux des gaz à effet de serre* (dont le CO₂), qui recouvrent des enjeux bien différents, et dont les perspectives d'évolution à venir apparaissent très différentes. Chaque *quantité de polluant moyenne émise* doit être estimée *globalement* (pour montrer l'impact des kilométrages parcourus), ou *ramenée au kilomètre* (pour mettre l'efficacité relative des mobilités des différents groupes).

S'agissant des *indicateurs de dépenses*, l'estimation du coût de la possession de la voiture, comme de l'usage urbain de la voiture et des transports collectifs, une fois extrapolés les déplacements de week-end et l'ensemble étant ramené au mois, donne une bonne idée de l'ensemble des montants dépensés pour la mobilité quotidienne dans un cadre urbain, que ces coûts soient ressentis (carburant, stationnement en journée, prix des TC, une partie des frais d'entretien), ou qu'ils soient noyés dans les frais fixes et globaux de motorisation (acquisition, assurance). S'ils sont intéressants en soi et comparés d'un groupe à l'autre, ces *montants de dépenses bruts totaux et décomposés par grand poste (frais fixes auto, frais variables, dépenses pour les TCU)* ne donnent pas une idée juste de ce que représente le poste « déplacements urbains » chez les ménages, car nous l'avons vu, les groupes de ménages à bas niveau de vie sont à la fois ceux qui dépensent le moins, et ceux pour lequel ce coût est le plus difficile à assumer. Il est donc essentiel de les rapporter au revenu disponible des ménages, et donc de calculer un *% du revenu consacré aux dépenses pour les transports urbains, là encore global et décomposé par grand poste*.

Motorisation, budget-distance, niveaux de vie et dépenses pour les transports urbains, c'est bien, selon nous, en envisageant simultanément ces différents indicateurs, sur une base relativement désagrégée pour prendre en compte la diversité des modes de vie (et donc des contraintes et ressources en termes d'argent, de temps, d'insertion sociale,... spécifiques à différents groupes d'individus ou de ménages) que l'on doit appréhender la « dimension sociale » du développement durable des transports urbains. Mesurés ou estimés à partir de la situation actuelle d'une grande ville, Lyon, et de son agglomération, ces indicateurs mettent en évidence des situations très contrastées : à l'évidence, le prix de la mobilité et ses conditions de réalisation sont loin d'être égaux pour tous. Cette prise en compte préalable des différences de situations et des inégalités en termes de déplacements quotidiens rend possible de simuler l'impact en termes d'équité (caractère redistributif / régressif) de mesures de régulation des transports urbains, mais aussi de son degré de faisabilité compte tenu des modes de vie plus ou moins contraints des ménages selon leur structure démographique, leur niveau de vie, et leur contraintes de localisation (résidentielle, mais aussi le cas échéant, de travail).

CONCLUSION

L'objectif de ce travail exploratoire était de proposer des indicateurs fournissant une image de la mobilité quotidienne des résidents d'une agglomération et de ses impacts environnementaux, économiques et sociaux. Il a vocation à être diffusé le plus largement possible afin d'alimenter le nécessaire débat en matière de développement durable des espaces urbains et, plus spécifiquement, de leurs systèmes de déplacements.

Il constitue aussi la base pour de futures comparaisons, soit entre diverses villes, soit entre plusieurs scénarios de politiques de transport alternatives au sein d'un même espace urbain, l'idée étant de proposer un outil de réflexion sur le caractère durable des dynamiques d'évolution de la mobilité quotidienne au sein d'une agglomération.

Nos analyses ont été fortement déterminées par l'appareil statistique dont nous disposons, l'enquête-ménages lyonnaise de 1994-95, complétée par des enquêtes nationales Transport INSEE-INRETS de 1993-94 et Budget de famille INSEE de 1995. Il va de soi que la reproduction de ces analyses à d'autres contextes urbains français nécessite comme condition préalable l'existence d'une enquête-ménages déplacements récente.

En effet qu'il s'agisse des analyses menées sur le plan environnemental, économique ou social, les analyses « macro » ou partiellement désagrégées présentées dans ce travail reposent sur nombre de renseignements (caractéristiques des ménages et des individus, de leur mobilité et de leurs véhicules) disponibles dans les enquêtes-ménages déplacements labellisées « CERTU » pour chaque individu statistique qui ont été recalculés par groupe social ou pour l'ensemble de la population, en les complétant si besoin est, par des sources extérieures. Toutefois, quelques informations supplémentaires, ou des précisions sur certains critères permettraient d'améliorer les estimations, et aussi de faciliter les comparaisons entre villes.

Tout d'abord, au niveau du ménage, il est intéressant de rappeler les critères utilisés et la façon dont d'éventuels compléments amélioreraient la pertinence du travail :

- La taille et la structure du ménage (présence d'enfants, âge, activité et éventuellement du chef et du conjoint) sont correctement appréhendées par les enquêtes-ménages actuelles ;
- La localisation résidentielle a montré toute son importance, avec un simple découpage concentrique en 3 zones. Ce critère ne pose pas de problème particulier, le découpage pouvant en revanche être différent, selon les agglomérations (et les effectifs de l'échantillon enquêté). Pour une agglomération plus petite, les contraintes d'échantillon plus fortes incitent à distinguer plutôt centre et périphérie. Les renseignements (absents dans le fichier lyonnais bien que faisant partie du

questionnaire standard⁸⁹) concernant le type de logement et le statut d'occupation (propriétaire/accédant/locataire/hébergé gratuitement) peuvent permettre de mieux qualifier les différents espaces, d'une part, et de mieux connaître les contraintes micro-spatiales d'autre part (en distinguant par exemple individuel isolé / individuel « dense »...)

- L'équipement en voitures est lui aussi connu, avec la distinction entre voitures possédées (pour lesquels les dépenses doivent intégrer les coûts fixes comme l'acquisition et l'usage) et voitures à disposition (pour lesquelles il paraît plus pertinent de ne considérer que les frais variables comme le carburant et le stationnement, même si ces voitures à disposition recouvrent des situations fort diverses, de la voiture d'entreprise des cadres à celle des étudiants, prêtée et entretenue par les parents...);
- L'information sur les revenus du ménage est hélas moins souvent disponible dans les enquêtes-ménages déplacements (même si à Lyon, elle est présente), et aussi moins précise lorsqu'elle existe; elle est pourtant essentielle dans toute analyse visant à intégrer la dimension d'équité sociale. Un revenu en classes, tel qu'il a été demandé dans l'enquête-ménages lyonnaise nous a servi de base pour calculer un indicateur synthétique comme le revenu par unité de consommation, indispensable pour classer des ménages de taille et de structure fort diverse selon leur niveau de vie, et d'en faire une partition sommaire mais explicite (du type bas / moyens / hauts, ou à défaut si les effectifs d'enquête sont insuffisants, en bas / hauts). Les non-réponses peuvent être réaffectées à l'une des trois classes de façon probabiliste en fonction de la ou des PCS des adultes du ménage. Toutefois, un revenu exact permettrait d'obtenir une meilleure précision à la fois dans le classement des ménages et dans l'évaluation de la part du budget affecté aux déplacements urbain. Cette question risque de faire apparaître plus fréquemment des « non-réponses ». Pour répondre à ce problème, on peut s'inspirer de l'exemple de l'Enquête Nationale Transport de 1993-1994 qui demandait un revenu précis, avec pour les personnes refusant de donner le montant exact, la possibilité de donner une classe de revenus. Le gain est double : d'une part le taux de non-réponses absolues (qui n'ont voulu indiquer ni revenu exact, ni classe de revenu) est plus faible que dans l'enquête ménage lyonnaise, et les non-réponses partielles peuvent être affectées d'une valeur « milieu de tranche », sans bouleverser la distribution.

Ensuite, au niveau de l'individu, les renseignements existants apparaissent suffisants pour nos analyses :

- Les variables de base comme l'âge, le sexe et le statut d'activité, ou encore le lieu de travail pour les actifs, apparaissant indispensables font partie de la batterie standard de toute enquête-ménages;
- L'accès réel à la ou les voitures du ménage n'est pas connu précisément à travers l'enquête-ménages. Dans notre exemple, il a toutefois pu être inféré en prenant en compte la possession du permis de conduire et en comparant le nombre de voitures du ménage avec le nombre d'adultes conducteurs potentiels, et dans les cas incertains, en s'appuyant sur l'usage de la veille du ou des véhicules. Une simple question du type « Qui est le conducteur habituel du véhicule x » permettrait de connaître plus directement et plus précisément l'accès au volant des différents individus majeurs.

⁸⁹ CERTU, *Enquête ménages déplacements, méthode standard*, CERTU, collection Références, 1998, 295 p.

Au niveau des voitures possédées ou à disposition du ménage, un recueil d'informations sur les kilométrages annuels, d'une part, et sur les dépenses consacrées à chacune des autos éviterait ou permettrait de préciser bon nombre d'estimations que nous avons dû faire à partir d'autres enquêtes :

- L'enquête-ménages donne l'âge, la marque, le modèle et le type de carburant utilisé, ce qui nous a permis d'estimer une cylindrée pour chaque âge de véhicule et à partir de cela, de calculer des taux d'émissions en différents polluants. La connaissance de certains renseignements complémentaires nous permettrait d'éviter le recours à l'Enquête-Transport et à l'enquête Budget de Famille. Même si les données urbaines (ou de grandes agglomérations) issues de ces enquêtes transposées au cas lyonnais paraissent relativement fiables, ce ne sont que des résultats globaux ou au mieux désagrégés par catégorie de localisation, de statut, ou de revenu, d'où une perte de variabilité et donc d'informations. Ainsi, la connaissance du kilométrage annuel parcouru par voiture nous permettrait d'affiner notre connaissance de la part des déplacements urbains / non urbains, pour chaque véhicule et donc par ménage, d'où un affinement considérable de l'analyse : lorsque les ménages roulent beaucoup en urbain, restreignent-ils leurs déplacements extraurbains de vacances ou de loisirs ? Qu'en est-il de ces arbitrages chez les ménages motorisés du tiers le moins aisé de la population pour lesquels les dépenses de motorisation et d'usage dans un cadre quotidien constituent un effort financier considérable ? Pour chaque véhicule, connaître son âge, son état (neuf / occasion) et son prix à l'achat, ainsi que les conditions dans lesquelles il a été acheté (comptant / à crédit) nous permettrait d'estimer plus finement les coûts d'acquisition. Une estimation des coûts d'entretien et d'assurance sur l'année dernière permettrait de même de préciser un peu mieux les arbitrages réalisés par les ménages selon leur cycle de vie et leur statut par rapport à l'activité (qui définissent très largement les motifs de déplacements) les capacités financières (qui déterminent en partie la motorisation), leur localisation (qui jouent à la fois sur l'équipement et sur les distances parcourues quotidiennement).

Au niveau de la mobilité quotidienne,

- La connaissance précise de la mobilité de la veille (en jour de semaine) nous a permis d'estimer, pour chaque déplacement, les distances à partir du zonage le plus fin. Toutefois, si l'on connaît les modes employés au cours des différents trajets constitutifs du déplacement, il n'en va pas de même des origines et destinations de chaque trajet. Nous n'avons donc pas été en mesure de connaître les différents véhicules employés dans les nombreux déplacements en transports en commun avec correspondance (bus classiques, trolley-bus, métro), notre estimation des émissions produites par chaque déplacement TC s'est faite à en prenant la répartition moyenne entre métro et bus dans l'agglomération. Le même problème s'est posé pour les déplacements multi-modaux VP / TC, mais leur faible nombre (200 environ) nous a permis de préciser les OD des trajets au cas par cas. La connaissance de chaque OD permettrait donc d'affiner la connaissance des émissions des déplacements à correspondance et multimodaux.
- Rien n'est connu sur la mobilité urbaine de week-end, ce qui nous a obligé à nouveau à injecter des parts moyennes de déplacements semaine / week-end, à partir de l'enquête nationale Transport, d'où une perte de variabilité et de précision. La connaissance des caractéristiques des déplacements urbains du dernier week-end (samedi et/ou dimanche) y compris les origines des destinations, au moins pour les personnes en âge de conduire permettrait de mieux connaître l'usage des véhicules et

d'affecter correctement les dépenses en fonction du type de mobilité réalisée. Ce perfectionnement nécessite toutefois un recueil de données supplémentaire, d'un coût important.

Enfin, il va de soi que la reproductibilité des résultats a comme limite les différences de contexte et de forme urbaine qui peuvent être très importantes d'une agglomération à l'autre. A cette différence de contexte urbain, s'ajoute la limite géographique du périmètre des enquêtes-ménages. La plupart se limitent actuellement au périmètre des transports publics urbains, mais certaines, comme celles de Strasbourg ou de Marseille, intègrent les espaces périurbains, tandis que d'autres, comme l'enquête-ménages lyonnaise, ont opté pour une solution moyenne, quoique bien plus proche des premières dans la pratique. De même, toutes les estimations réalisées dans ce rapport sont étroitement dépendantes du périmètre de l'enquête utilisée, qu'il s'agisse des distances parcourues et des polluants émis, des coûts pour la collectivité, des écarts de budget-distance et plus encore de dépenses constatées dans la population selon la localisation... L'élargissement des enquêtes-ménages aux communes périurbaines hors agglomération permettrait de réévaluer l'ensemble des indicateurs, même si le prolongement des tendances mises en évidence du centre à la 2^{ème} couronne permet déjà d'imaginer les phénomènes à l'œuvre dans le périurbain. Cette extension du périmètre d'enquête apparaît essentielle pour deux raisons : d'une part ce sont bien les espaces périurbains qui apparaissent les plus « dynamiques » en termes d'accroissement des distances, d'autre part ces bassins de vie recueillent une partie non négligeable des déplacements des résidents des agglomérations, en semaine et plus encore le week-end. L'intégration de cette mobilité locale que nous avons été obligés de classer comme non urbaine, nous permettrait de réaliser une estimation plus juste des enjeux en matière d'atteinte à l'environnement dans les régions urbaines.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDAN O., POCHET P., ROUTHIER J.L., SCHEOU B., 1999, *Stratégies de localisation résidentielle des ménages et mobilité domicile-travail*, Rapport pour le compte de la DRAST (PREDIT 1996-2000), LET, 176 p. + annexes.
- ANDRE M., ROUMEGOUX, J.P., DELSEY J., GUITTON, J.P., VIDON R. : *Etude expérimentale sur les utilisations réelles des véhicules (EUREV)*. Bron : Rapport INRETS n°48, 1987. 125 p.
- BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1994, *Ökoinventare für Energiesysteme*. Nationalen Energie-Forschungs-Fonds (NEFF), Zürich (Schweiz).
- CABANNE I, DURAND S, HENNEBELLE P-Y, MASSON S, ROUTHIER J-L, SALIOU E (2000), *Télescopage : modèle de simulation des trafics de marchandises et de personnes locaux et interurbains dans un espace région-ville*, Rapport final. Recherche réalisée pour le compte de l'ADEME dans le cadre du PREDIT, 171 p.
- CEMT, 1997, *Emissions de CO2 et transports*. Paris, Les Editions de l'OCDE. 230 p.
- CERTU, 1998, *Enquête ménages déplacements, méthode standard*, CERTU, collection Références, 295 p.
- CERTU, MELTT, 1999, *Transports collectifs non urbains, annuaire statistique. Evolutions 1993-1998*. Certu, Collection enquêtes et analyses.
- CITEPA, 1999, *Emissions de l'air en France, substances impliquées dans le phénomène d'accroissement de l'effet de serre*. Version du 15 décembre 1999.
http://www.citepa.org/emissions/nationale/Ges/Emissions_FRmt_GES.pdf.
- CLAISSE G. et al., 2000, *Inégalités de déplacements et équité sociale. Revenus, indices et inégalités d'accès à la VP, résultats provisoires*, 2^{ème} rapport intermédiaire pour le compte de la DRAST (PREDIT-PUCA), LET, 68 p.
- CLEMENT L., JEANNIN O., octobre 1991, *Les Taxis de l'agglomération lyonnaise- aspect économique*. Rapport LET réalisé pour le compte de la Communauté Urbaine de Lyon. 112 p.
- Commissariat Général du Plan (groupe présidé par Benjamin DESSUS), 1997, *Energie 2010-2020 – rapport final de l'atelier les défis du long terme*. Paris, CGP. 314 p.
- DIAZ OLVERA L., PLAT D., 1985, *Consommation d'énergie et mobilité de proximité*. Thèse en économie des transports, Université Lumière Lyon 2. 221 p. + ann
- DUPREZ F., 2000, *Compte transport national de 1998, les dépenses de garage, box et parking des ménages et des entreprises*. Certu, document de travail, octobre 2000, 8 p.
- DUPUY G., 1999, *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Paris, Economica, coll . Villes. 160 p.
- FROUD J. et al., 2000, "Les dépenses de motorisation comme facteur d'accentuation des inégalités et comme frein au développement des entreprises automobiles : une comparaison franco-anglaise", in G. DUPUY, F. BOST, *L'Automobile et son monde*, Ed. de l'Aube, pp. 75-96.

- GALLEZ C., 1995, *Budgets énergie environnement des déplacements (BEED) en Ile-de-France*. Rapport de convention Ademe-Inrets n°690-9306-RB. 109 p.
- GALLEZ C., 2000, *Indicateurs d'évaluation de scénarios d'évolution de la mobilité urbaine*. Rapport de convention DTT-Inrets n°690-9919-D33. 139 p.
- GALLEZ C., HIVERT L., 1998, *BEED : mode d'emploi. Synthèse méthodologique pour les études " budget énergie environnement des déplacements*. Rapport de convention ADEME-INRETS n°690-9306-RB. 85 p.
- GOBBEY A., WENISCH A., 1994, *Comparaison du point de vue de l'impact sur l'environnement de divers modes de chauffage*, INSA, 57 p.
- HERAN Frédéric, 2000, *Transports en milieu urbain : les effets externes négligés*. La Documentation Française, collection Prédit. 117 p.
- HIVERT L., 1996, *Budgets Energie Pollution – Bilan de la mobilité des ménages dans l'agglomération grenobloise*. Rapport ADEME/INRETS.
- HOURRIEZ J.M., OLIER L., 1997, « Niveau de vie et taille du ménage : estimations d'une échelle d'équivalence » *Economie et Statistiques*, n°308-309-310, pp. 65-94.
- IFEN, 1999, *L'opinion publique sur l'environnement et l'aménagement du territoire en 1998*, collection Etudes et Travaux n°22.
- INSEE, 1996, « Les transports en 1995, 33^{ème} rapport de la Commission des Comptes Transports de la Nation », *Insee Résultats n°484*. 181 p.
- INSEE, 1999, « Les transports en 1998 – 36^{ème} rapport de la commission des comptes des transports de la Nation », *Synthèses n°32*.
- INSEE, 2000, « Les transports en 1999, 37^{ème} rapport de la Commission des comptes des transports de la nation. » *Synthèse n° 40-41*.
- INSEE, 1997, *Documentation Enquête Budget des familles 1995, Vol. I – Base sur dépenses*. INSEE, Division Conditions de vie des Ménages. 260 p.
- KAIL M., LAMBERT J., QUINET E., 1999, *Evaluer les effets des transports sur l'environnement, le cas des nuisances sonores*. Rapport du CADAS n°16.
- LE NIR M., 1991, *Les modèles de prévision de déplacements urbains*, Thèse en économie des transports, Lyon, Université Lumière Lyon II, LET. 313 p.
- MARCHAND L., 1977, « Qu'est-ce que la mobilité », *Métropolis n° 24-25*, pp. 51-54.
- MEET Project, 1999, *Methodology for calculating transport emissions and energy consumption*, Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 362 p.
- Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Service Economique et Statistique, avril 1999, *Eléments d'évaluation environnementale des schémas de service – effets sur l'environnement des différents scénarios de la demande de transport*. Document de travail, 57 p.
- NEWMAN P. et KENWORTHY J., 1988, « The transport energy trade-off : fuel-efficient traffic versus fuel-efficient cities », *Transportation Research*, Vol. 22 A, n°3. pp. 163-174.

- NICOLAS J.-P., POCHET P., *Estimation du budget transports des ménages à partir de l'enquête budget des familles 1994-1995*. Note de travail dans le cadre de la recherche « Inégalités de déplacements et équité sociale » réalisée pour le PUCA-Prédit, 2000.
- NICOLAS J.-P., POCHET P., POIMBOEUF H., 2001, *Indicateurs de mobilité durable sur l'agglomération lyonnaise, rapport de synthèse*. Recherche Let-Apdd pour le compte de Renault, juillet 2001. 48 p.
- ORFEUIL J.-P. POLACCHINI A., 1998. *Dépenses pour le logement et pour les transports en Ile-de-France*, INRETS, 91 p. + annexes.
- ORFEUIL J.-P., 1984, « Les budgets énergie-transport : un concept, une pratique, des résultats ». Revue RTS n°2. pp 23-29.
- ORFEUIL J.-P., 1997, *Les coûts externes de la circulation routière – essai d'évaluation et étude de stratégies de minimisation*. Arcueil, rapport INRETS n°216. 103 p.
- PIKETTY T., 1997, *L'économie des inégalités*, La Découverte.
- PLAT D., 1982, *Distances de déplacement, le cas de l'agglomération lyonnaise*. Mémoire de DEA, Université Lumière Lyon 2. 100 p. + ann.
- POIVRE P.-A., 2000, *Emissions polluantes et consommation d'énergie liées aux déplacements sur l'agglomération lyonnaise. Analyse des évolutions ente 1986 et 1995 à l'aide des Budgets Energie Environnement des Déplacements (BEED)*, Travail de Fin d'Etude, ENTPE, 90 p.
- POLACCHINI A., ORFEUIL J.P., 1998, *Dépenses pour le logement et pour les transports en Ile-de-France*, INRETS, 91 p. + annexes.
- RENNES G., ORFEUIL J.-P., 1997, « Les pratiques de stationnement au domicile, au travail et dans la journée », Revue RTS n°57, oct-déc 1997. pp. 21-35.
- SANDBERG U., 1993, « Noise emissions of Road Vehicles – effects of regulations ». *Proceedings of Inter-Noise 93*, Vol. 1, Leuven, Belgium, 24-26 august.
- SCHOENHAUER N., 1999, *Typologie des distances de déplacement dans l'enquête-ménages de Lyon*, mémoire de Travail de Fin d'Etudes, ENTPE.
- Secrétariat d'Etat aux Transports, 1995, *Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport*, jointe à la circulaire du 3 octobre 1995 du secrétaire d'Etat aux transports. 28 p.
- SYTRAL, 1998, *Cinq années de politique financière – 1992 - 1996 - Bilan et perspectives*. Publication Sytral.
- VIVIER J., 1997, *Coûts des déplacements en Ile-de-France. Eléments pour une politique d'investissement et de tarification*. RATP, Paris. 88 p. + annexes.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LE CALCUL DES EMISSIONS DES DEUX-ROUES A MOTEUR ET DES AUTOMOBILES

1. LES COURBES D'EMISSIONS UNITAIRES DES DEUX ROUES MOTORISES

1.1. Moins de 50 cm³

CO	15,0 g/km
CO2	27,3 g/km
COV	9,00 g/km
NOx	0,03 g/km

MEET, 1999, Table A31, p.73

1.2. Plus de 50 cm³

Cf. MEET, 1999 : Tables A32 et A33, p. 74

Emissions unitaires de CO (en g/km)

	vitesse <60km/h	vitesse >60km/h
2tps	$-0,001*x^2 + 0,172*x + 18,1$	$0,0001*x^2 + 0,05*x + 21,5$
4tps<250	$0,0193*x^2 - 1,92*x + 68,3$	$0,0017*x^2 + 0,121*x + 9,5$
4tps<750	$0,0139*x^2 - 1,42*x + 55$	$0,0009*x^2 - 0,0099*x + 17,8$
4tps>750	$0,0123*x^2 - 1,19*x + 42,8$	$0,0005*x^2 + 0,124*x + 6,9$
agrégation retenue	$0,0137*x^2 - 1,355*x + 51,94$	$9,5*10^{-4}*x^2 + 0,076*x + 12,33$

Emissions unitaires de NOx (en g/km)

	vitesse <60km/h	vitesse >60km/h
2tps	$3*10^{-5}*x^2 - 0,002*x + 0,064$	$-2*10^{-5}*x^2 + 0,0049*x - 0,157$
4tps<250	$5*10^{-5}*x^2 - 0,001*x + 0,09$	$2*10^{-5}*x^2 + 0,0006*x + 0,102$
4tps<750	$5*10^{-5}*x^2 - 0,0009*x + 0,092$	$2*10^{-5}*x^2 - 0,0007*x + 0,104$
4tps>750	$5*10^{-5}*x^2 - 0,0008*x + 0,1$	$2*10^{-5}*x^2 + 0,0008*x + 0,112$
agrégation retenue	$4,8*10^{-5}*x^2 - 8,2*10^{-4}*x + 0,085$	$1,6*10^{-5}*x^2 + 6,6*10^{-4}*x + 0,082$

Emissions unitaires de COV (en g/km)

	vitesse <60km/h	vitesse >60km/h
2tps	$0,0035*x^2 - 0,409*x + 20,1$	$0,0003*x^2 - 0,0524*x + 10,6$
4tps<250	$0,0019*x^2 - 0,211*x + 6,95$	$0,0009*x^2 - 0,141*x + 6,42$
4tps<750	$0,0015*x^2 - 0,164*x + 5,51$	$10^{-5}*x^2 + 0,0005*x + 0,86$
4tps>750	$0,0022*x^2 - 0,257*x + 9,28$	$2*10^{-5}*x^2 + 0,0008*x + 0,112$
agrégation retenue	$0,002 - 0,229*x + 8,43$	$0,0003*x^2 - 0,047*x + 3,21$

Emissions unitaires de CO2 (en g/km)

<i>2tps</i>	$88,2 + 0,616*x - 22,3*\ln(x)$
<i>4tps<250</i>	$155 + 0,843*x - 41,3*\ln(x)$
<i>4tps<750</i>	$397 + 1,78*x - 111*\ln(x)$
<i>4tps>750</i>	$423 + 0,00693*x^2 - 85,4*\ln(x)$
agrégation retenue	$303,21 + 0,851*x + 0,002*x^2 - 76,14*\ln(x)$

2. LE CALCUL DES EMISSIONS AUTOMOBILES**2.1. La structure du parc automobile français : carburant, âge, puissance fiscale et cylindrée**

Les données de références sont tirées de la base « Parc Auto », gérée par la Sofrès d'une part, l'Ademe et l'Inrets d'autre part, et réactualisée chaque année.

Véhicules à essence mis en circulation avant 1980

<i>Puis. fiscale</i>	<i>Nb de véhicules (en milliers)</i>	<i>Répartition par cylindrée</i>		
		<i><1400 cm³</i>	<i>1400<2000 cm³</i>	<i>2000 cm³ et +</i>
2	29	1,00	0,00	0,00
3	34	1,00	0,00	0,00
4	41	1,00	0,00	0,00
5	39	1,00	0,00	0,00
6	16	1,00	0,00	0,00
7	49	1,00	0,00	0,00
8	1	0,00	1,00	0,00
9	4	0,00	1,00	0,00
11	4	0,00	1,00	0,00
15	1	0,00	0,00	1,00

Véhicules à essence mis en circulation entre 1980 et 1984

<i>Puis. fiscale</i>	<i>Nb de véhicules (en milliers)</i>	<i>Répartition par cylindrée</i>		
		<i><1400 cm³</i>	<i>1400<2000 cm³</i>	<i>2000 cm³ et +</i>
3	36	1,00	0,00	0,00
4	210	1,00	0,00	0,00
5	99	1,00	0,00	0,00
6	72	0,82	0,18	0,00
7	241	0,60	0,40	0,00
8	18	0,11	0,89	0,00
9	23	0,00	0,91	0,09
10	11	0,00	1,00	0,00
11	10	0,00	0,20	0,80
12	1	0,00	0,00	1,00
13	2	0,00	0,00	1,00
14	2	0,00	0,00	1,00
15	1	0,00	0,00	1,00

Véhicules à essence mis en circulation en 1985 et plus

Puis. fiscale	Nb de véhicules (en milliers)	Répartition par cylindrée		
		<1400 cm ³	1400<2000 cm ³	2000 cm ³ et +
2	2	1,00	0,00	0,00
3	29	1,00	0,00	0,00
4	1119	1,00	0,00	0,00
5	649	0,98	0,02	0,00
6	659	0,88	0,12	0,00
7	1251	0,28	0,71	0,00
8	91	0,05	0,93	0,01
9	246	0,00	1,00	0,00
10	66	0,00	0,94	0,06
11	82	0,00	0,50	0,50
12	5	0,00	0,00	1,00
13	1	0,00	0,00	1,00
14	9	0,00	0,00	1,00
15	1	0,00	0,00	1,00
16	7	0,00	0,00	1,00
17	2	0,00	0,00	1,00
19	1	0,00	0,00	1,00

Véhicules diesel mis en circulation avant 1980

Puis. fiscale	Nb de véhicules (en milliers)	Répartition par cylindrée		
		<1400 cm ³	1400<2000 cm ³	2000 cm ³ et +
2	0	-	-	-
3	0	-	-	-
4	0	-	-	-
5	0	-	-	-
6	1	0,00	1,00	0,00
7	1	0,00	0,00	1,00
8	3	0,00	0,67	0,33
9	3	0,00	0,00	1,00
11	0	-	-	-
15	0	-	-	-

Véhicules diesel mis en circulation entre 1980 et 1984

Puis. fiscale	Nb de véhicules (en milliers)	Répartition par cylindrée		
		<1400 cm ³	1400<2000 cm ³	2000 cm ³ et +
3	0	-	-	-
4	5	0,40	0,60	0,00
5	20	0,05	0,95	0,00
6	17	0,00	0,88	0,12
7	18	0,00	0,44	0,56
8	10	0,00	0,00	1,00
9	7	0,00	0,00	1,00
10	9	0,00	0,00	1,00
11	0	-	-	-
12	1	0,00	0,00	1,00
13	0	-	-	-
14	0	-	-	-
15	0	-	-	-

Véhicules diesel mis en circulation en 1985 et plus

Puis. fiscale	Nb de véhicules (en milliers)	Répartition par cylindrée		
		<1400 cm ³	1400<2000 cm ³	2000 cm ³ et +
2	0	-	-	-
3	0	-	-	-
4	200	0,30	0,70	0,00
5	533	0,05	0,95	0,00
6	1058	0,02	0,74	0,25
7	288	0,01	0,70	0,28
8	42	0,00	0,36	0,64
9	29	0,00	0,21	0,79
10	25	0,00	0,04	0,96
11	9	0,00	0,00	1,00
12	3	0,00	0,00	1,00
13	0	-	-	-
14	0	-	-	-
15	0	-	-	-
16	0	-	-	-
17	2	0,00	0,00	1,00
19	0	-	-	-

2.2. les courbes d'émissions par type de véhicule

Emissions Unitaires de CO, VP essence. MEET, 1999 : Table A14, p.65

Classe du véhicule	Cylindrée	Vitesse	Facteur d'émission
PRE ECE	Toutes catégories	10-100	$281*v^{-0.630}$
	Toutes catégories	100-130	$112*v+4.32$
ECE00/01	Toutes catégories	10-50	$313*v^{-0.760}$
		50-130	$27.22-0.406*v+0.0032*v^2$
ECE02	Toutes catégories	10-60	$300*v^{-0.797}$
		60-130	$26.26-0.44*v+0.0026*v^2$
ECE03	Toutes catégories	10-20	$161.36-45.62*\ln(v)$
		20-130	$37.92-0.68*v+0.00377*v^2$
ECE04	Toutes catégories	10-60	$260.788*v^{-0.910}$
		60-130	$14.653-0.220*v+0.001163*v^2$
EURO1	<1400 cm3	10-130	$9.846-0.2867*v+0.0022*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$9.617-0.245*v+0.001729*v^2$
	> 2000 cm3	10-130	$12.826-0.2955*v+0.00177*v^2$

Emissions Unitaires de COV, VP essence. MEET, 1999 : Table A15, p.65

Classe du véhicule	Cylindrée	Vitesse	Facteur d'émission
PRE ECE	Toutes catégories	10-100	$30.34*v^{-0.693}$
	Toutes catégories	100-130	1.247
ECE00/01	Toutes catégories	10-50	$24.99*v^{-0.704}$
		50-130	$4.85*v^{-0.318}$
ECE02/03	Toutes catégories	10-60	$25.75*v^{-0.714}$
		60-130	$1.95-0.019*v+0.00009*v^2$
ECE04	Toutes catégories	10-60	$19.079*v^{-0.693}$
		60-130	$2.608-0.037*v+0.000179*v^2$
EURO1	<1400 cm3	10-130	$0.628-0.01377*v+0.0000852*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$0.4494-0.00888*v+0.0000521*v^2$
	> 2000 cm3	10-130	$0.5086-0.00723*v+0.000033*v^2$

Emissions Unitaires de NOx, VP essence. MEET, 1999 : Table A16, p.66

Classe du véhicule	Cylindrée	Vitesse	Facteur d'émission
PRE ECE ECE00/01	<1400 cm3	10-130	$1.173+0.0225*v-0.00014*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$1.360+0.0217*v-0.00004*v^2$
	> 2000 cm3	10-130	$1.5+0.03*v+0.0001*v^2$
ECE02	<1400 cm3	10-130	$1.479-0.0037*v+0.00018*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$1.663-0.0038*v+0.00020*v^2$
	> 2000 cm3	10-130	$1.87-0.0039*v+0.00022*v^2$
ECE03	<1400 cm3	10-130	$1.616-0.0084*v+0.00025*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$1.29*e^{(0.0099*v)}$
	> 2000 cm3	10-130	$2.784-0.0112*v+0.000294*v^2$
ECE04	<1400 cm3	10-130	$1.432+0.003*v+0.000097*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$1.484+0.013*v+0.000074*v^2$
	> 2000 cm3	10-130	$2.427-0.014*v+0.000266*v^2$
EURO1	<1400 cm3	10-130	$0.5595-0.01047*v+0.000108*v^2$
	1400-2000 cm3	10-130	$0.526-0.0085*v+0.0000854*v^2$
	> 2000 cm3	10-130	$0.666-0.009*v+0.0000755*v^2$

Emissions Unitaires de CO₂, VP essence. MEET, 1999 : Table A17, p. 66

<i>Classe du véhicule</i>	<i>Cylindrée</i>	<i>Vitesse</i>	<i>Facteur d'émission</i>
<i>PRE ECE ECE00/01</i>	<1400 cm ³	10-130	$768+3.13*v-199*\ln(v)$
	1400-2000 cm ³	10-130	$1005+4.15*v-263*\ln(v)$
	> 2000 cm ³	10-130	$1498+8.21*v-0.0133*v^2-421*\ln(v)$
<i>ECE00/01</i>	<1400 cm ³	10-130	$173-2.52*v+0.0182*v^2+1930/v$
	1400-2000 cm ³	10-130	$1065+4.00*v-284*\ln(v)$
	> 2000 cm ³	10-130	$835+3.71*v+2297/v-229*\ln(v)$
<i>ECE02</i>	<1400 cm ³	10-130	$345+0.0106*v^2+1275/v-68.6*\ln(v)$
	1400-2000 cm ³	10-130	$835+3.93*v+986/v-231*\ln(v)$
	> 2000 cm ³	10-130	$879+4.32*v+2298/v-244*\ln(v)$
<i>ECE03</i>	<1400 cm ³	10-130	$664+2.09*v+0.00449*v^2-167*\ln(v)$
	1400-2000 cm ³	10-130	$1074+5.49*v+0.00461*v^2-305*\ln(v)$
	> 2000 cm ³	10-130	$957+4.51*v+1832/v-264*\ln(v)$
<i>ECE04</i>	<1400 cm ³	10-130	$614+2.56*v-157*\ln(v)$
	1400-2000 cm ³	10-130	$264+0.0103*v^2+2049/v-49.8*\ln(v)$
	> 2000 cm ³	10-130	$1173+4.83*v-315*\ln(v)$
<i>EURO1</i>	<1400 cm ³	10-130	$157-2.07*v+0.0172*v^2+1835/v$
	1400-2000 cm ³	10-130	$231-3.62*v+0.0263*v^2+2526/v$
	> 2000 cm ³	10-130	$294-5.50*v+0.0393*v^2+3513/v$

Emissions Unitaires, VP diesel non réglementées. MEET, 1999 : Table A18, p.67

<i>Polluant</i>	<i>Cylindrée</i>	<i>Vitesse</i>	<i>Facteur d'émission</i>
<i>CO</i>	Toutes catégories	10-130	$5.413*v^{-0.574}$
<i>NO_x</i>	<2000 cm ³	10-130	$0.918-0.014*v+0.000101*v^2$
	>2000 cm ³	10-130	$1.331-0.018*v+0.000133*v^2$
<i>Hydrocarbures</i>	Toutes catégories	10-130	$4.61*v^{-0.937}$
<i>Particules</i>	Toutes catégories	10-130	$0.45-0.0086*v+0.000058*v^2$
<i>CO₂</i>	Toutes catégories	10-130	$374-6.58*v+0.0442*v^2-30.3/v$

Emissions Unitaires, VP diesel non réglementées. MEET, 1999 : Table A19, p.67

<i>Polluant</i>	<i>Cylindrée</i>	<i>Vitesse</i>	<i>Facteur d'émission</i>
<i>CO</i>	Toutes catégories	10-130	$1.4497-0.03385*v+0.00021*v^2$
<i>NO_x</i>	Toutes catégories	10-130	$1.4335-0.026*v+0.0001785*v^2$
<i>Hydrocarbures</i>	Toutes catégories	10-130	$0.1978-0.003925*v+0.0000224*v^2$
<i>Particules</i>	Toutes catégories	10-130	$0.1804-0.004415*v+0.0000333*v^2$
<i>CO₂</i>	Toutes catégories	10-130	$286-4.07*v+0.0271*v^2$

2.3. Le calcul de la surémission à froid

Une fois déterminée la température du véhicule au démarrage, il est possible d'estimer les surémissions qui peuvent être attendues du déplacement qu'il va effectuer. (MEET, 1999, pp. 91-97) retient 4 paramètres nécessaires pour calculer la surémission totale d'un polluant donné du fait d'un démarrage à froid :

$$\text{surémission} = \omega * [f(V) + g(T) - 1] * h(d)$$

avec :

surémission : surémission totale lié au déplacement, exprimée en g ;

V vitesse moyenne, en km/h, durant la période à froid ;

T température du moteur au démarrage ;

d distance totale du déplacement ;

ω surémission de référence (température de 20°C et vitesse de 20 km/h).

Tous ces paramètres varient suivant les caractéristiques du véhicule et suivant le polluant considéré. Les données qui nous ont servi de référence pour les calculs sont fournies en annexes.

Détermination de la surémission de référence - MEET, table A50, p.92

Véhicule	CO2	CO	COV	NOx	PM
essence sans pot catalytique	144.16	63.51	8.23	-0.30	0
essence avec pot catalytique	132.46	28.71	4.62	1.77	0
diesel	182.57	2.18	0.82	0.06	62.95

Détermination du coefficient de correction lié à la vitesse MEET, table A51, p.93

Véhicule	Polluant	Coefficient f(V)	vitesse limite
essence avec pot catalytique	CO2	0.0034*vit+0.9321	-
	CO	-0.0013*vit+1.0261	-
	COV	-0.0053*vit+1.1060	-
	NOx	0.0636*vit-0.2712	vit>5 km/h
essence sans pot catalytique	CO2	-0.0101*vit+1.2024	vit<119 km/h
	CO	0.0288*vit+0.4245	-
	COV	0.0142*vit+0.7154	-
	NOx	0.1136*vit-1.2727	vit>11 km/h
diesel	CO2	1	-
	CO	-0.0185*vit+1.3704	vit<74 km/h
	COV	-0.0163*vit+1.3252	vit<81 km/h
	NOx	-0.0227*vit+1.4545	vit<64 km/h

Détermination du coefficient de correction lié à la température MEET, table A52, p.94

Véhicule	Polluant	coefficient g(T)	Temp. limites
essence avec pot catalytique	CO2	1	-
	CO	-0.2591*T+6.1829	T<23°C
	COV	-0.1317*T+3.6331	T<27°C
	NOx	1	-
essence sans pot catalytique	CO2	1	-
	CO	-0.0918*T+2.8360	T<30°C
	COV	-0.1344*T+3.6888	T<27°C
	NOx	-0.0431*T+1.8618	-
diesel	CO2	-0.0458*T+1.9163	T<41°C
	CO	-0.0602*T+2.2048	T<36°C
	COV	-0.0976*T+2.9512	T<30°C
	NOx	-0.0893*T+2.7857	T<31°C

Détermination du coefficient de correction lié à la distance parcourue

Ce coefficient prend en compte le rapport entre la distance nécessaire pour que le véhicule n'émette plus de surémissions (distance variable suivant la vitesse et le polluant) et la distance du déplacement lui même. Le facteur de correction introduit s'écrit de la manière suivante :

$$\text{coefficient distance} = (1 - e^{-a\delta}) / (1 - e^{-a})$$

δ étant le rapport entre la distance de déplacement et la distance à froid et a représentant une constante.

la distance à froid - MEET, table A53, p.95

Véhicule	Polluant	distance à froid df	distance limite
essence avec pot catalytique	CO2	0.29*vit-0.05	df 0
	CO	0.24*vit-0.14	df 0
	COV	0.06*vit+2.19	-
	NOx	0.19*vit+3.4	-
essence sans pot catalytique	CO2	0.15*vit+2.68	-
	CO	0.04*vit+5.42	-
	COV	0.09*vit+1.94	-
	NOx	0.02*vit+2.83	-
diesel	CO2	0.24*vit+0.09	-
	CO	0.08*vit+4.83	-
	COV	0.08*vit+4.83	-
	NOx	-0.07*vit+7.50	df 0

le coefficient a - MEET, table A54, p.96

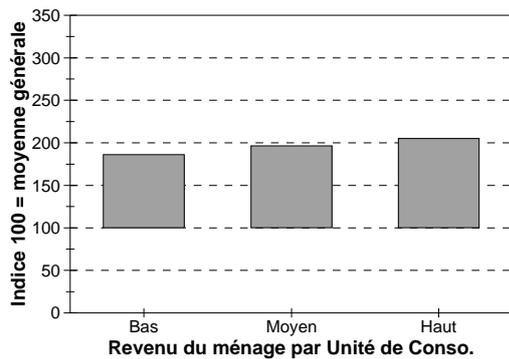
Véhicule	Polluant	Coefficient a
essence avec pot catalytique	CO2	3.01
	CO	10.11
	COV	7.02
	NOx	2.30
essence sans pot catalytique	CO2	2.85
	CO	6.70
	COV	10.96
	NOx	2.54
diesel	CO2	3.95
	CO	3.43
	COV	2.48
	NOx	0.89

ANNEXE 2
TAUX D'EMISSIONS ET BUDGETS-DISTANCE RELATIFS DE
POLLUANTS DES GROUPES DE LA TYPOLOGIE INDIVIDUELLE

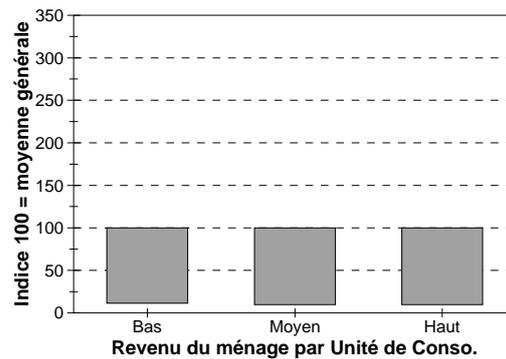
Les différents groupes sont classés par budget-distance total décroissant.

Homme actif motorisé résidant en 2e couronne

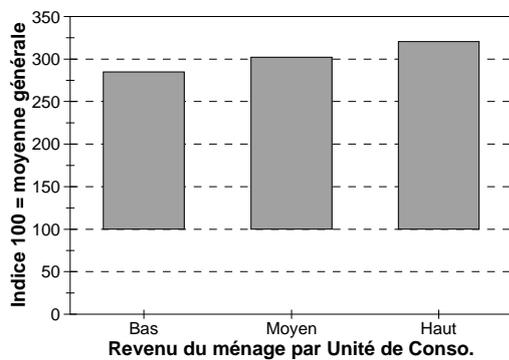
Distance totale rapportée à la moyenne



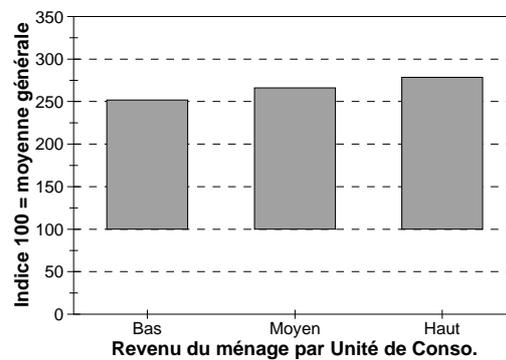
Distance en TC rapportée à la moyenne



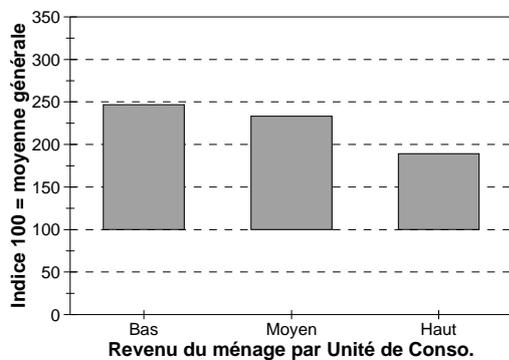
Distance comme conducteur VP/moyenne



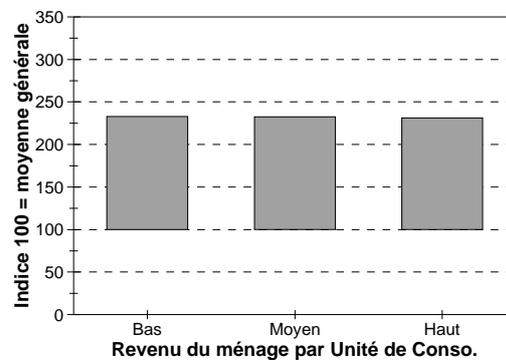
Taux d'émission relatif de CO2



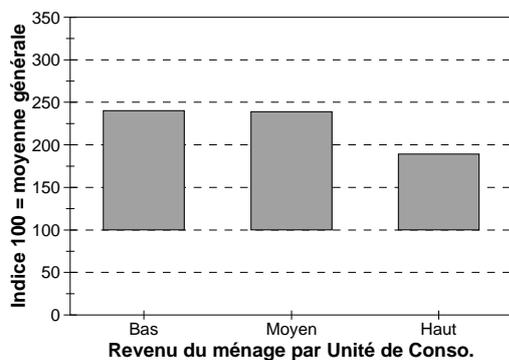
Taux d'émission relatif de CO



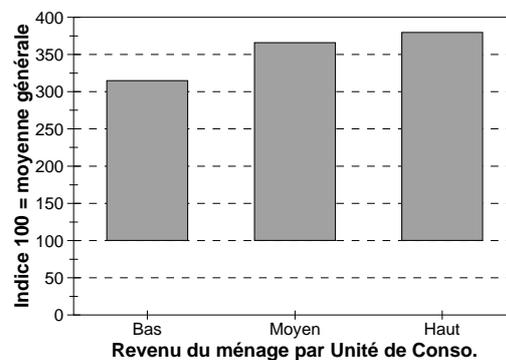
Taux d'émission relatif de NOx



Taux d'émission relatif d'hydrocarbure

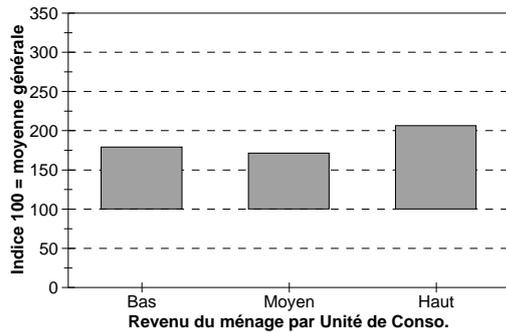


Taux d'émission relatif de particules

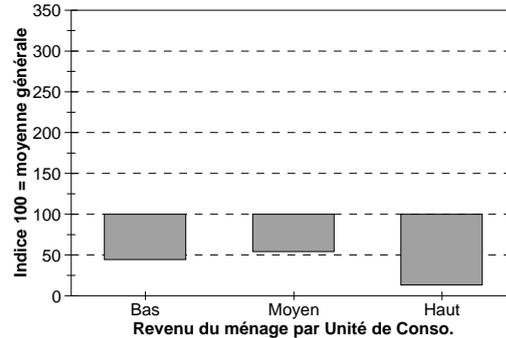


Femme active motorisée résidant en 2^{ème} couronne

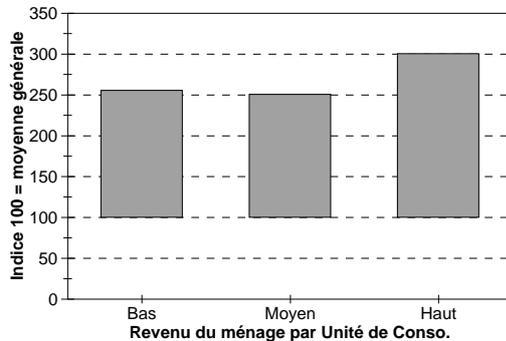
Femme active en 2e couronne, motorisée
Distance totale rapportée à la moyenne



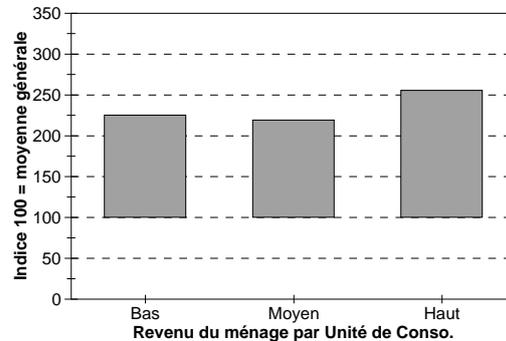
Femme active en 2e couronne, motorisée
Distance en TC rapportée à la moyenne



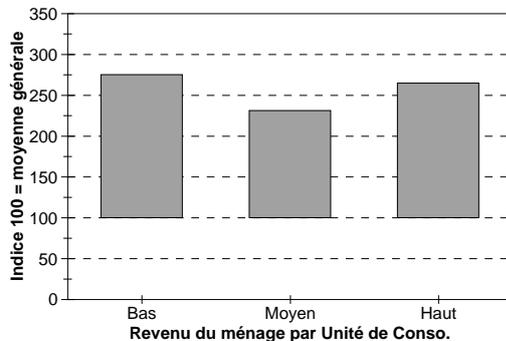
Femme active en 2e couronne, motorisée
Distance comme conductrice VP /moyenne



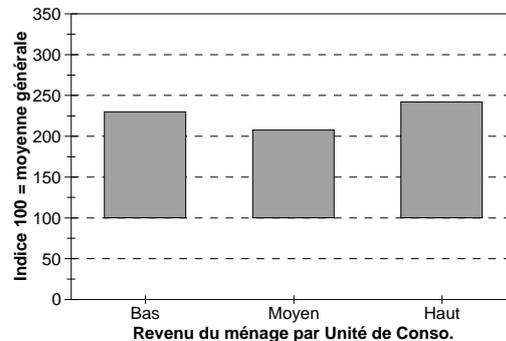
Femme active en 2e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de CO2



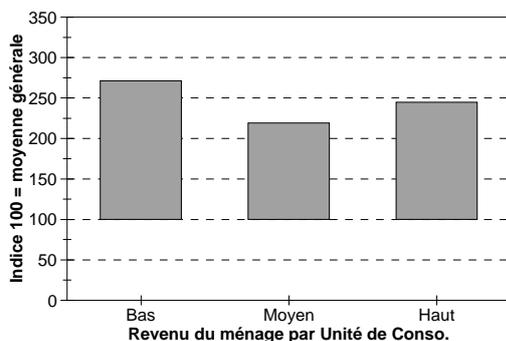
Femme active en 2e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de CO



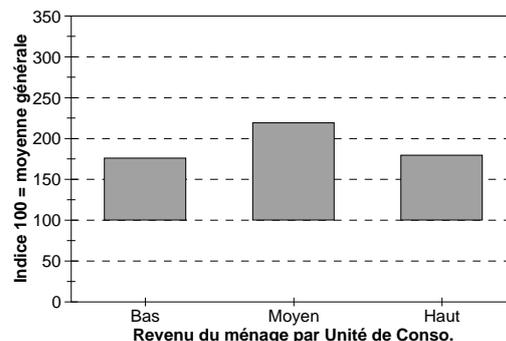
Femme active en 2e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de NOx



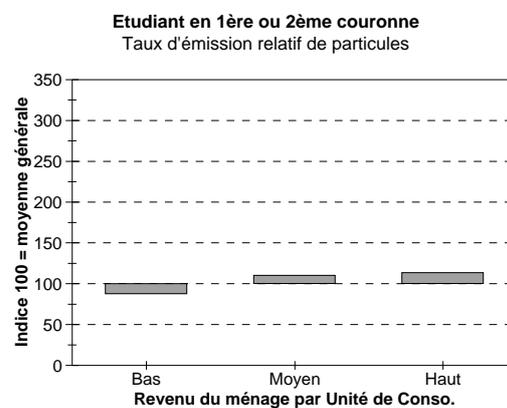
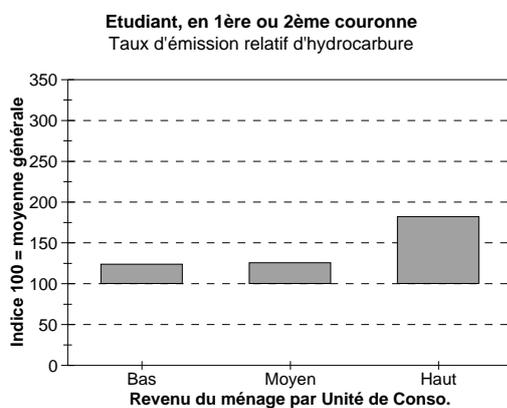
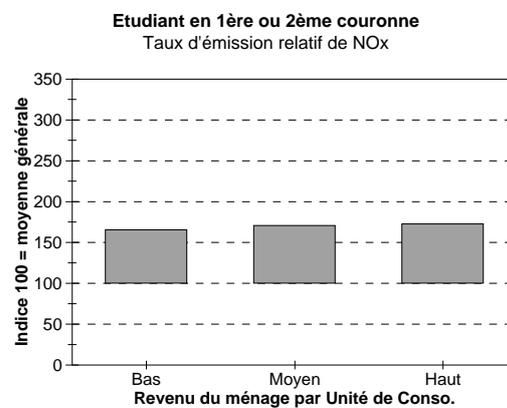
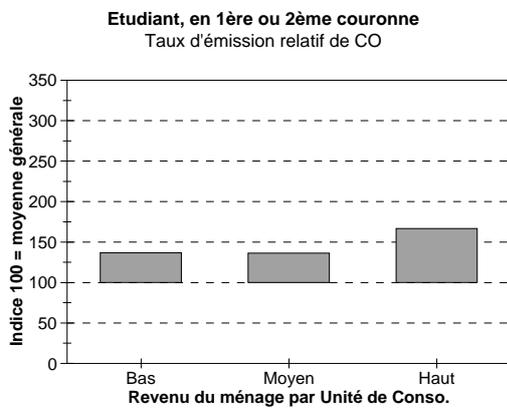
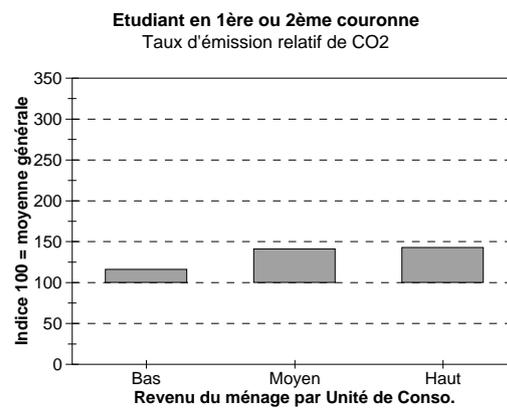
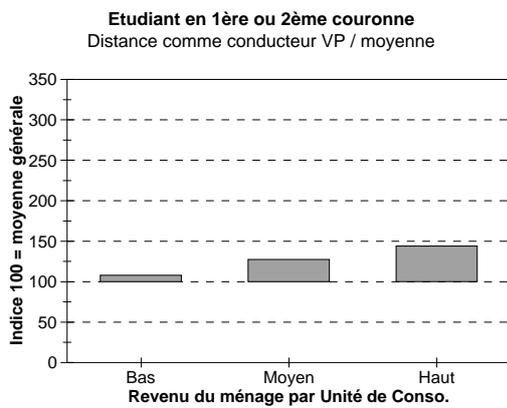
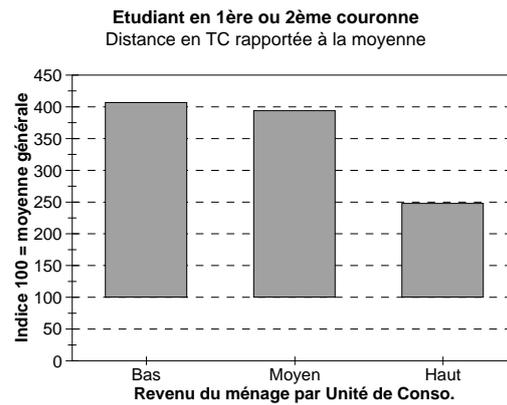
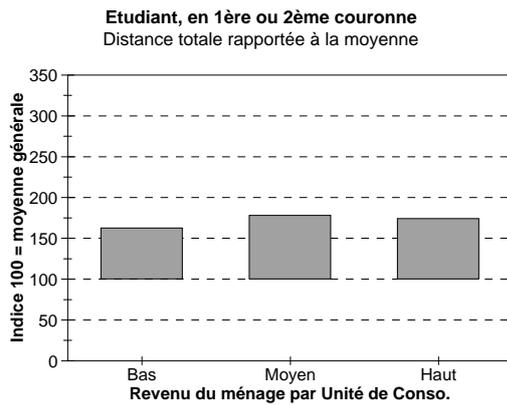
Femme active en 2e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



Femme active en 2e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de particules



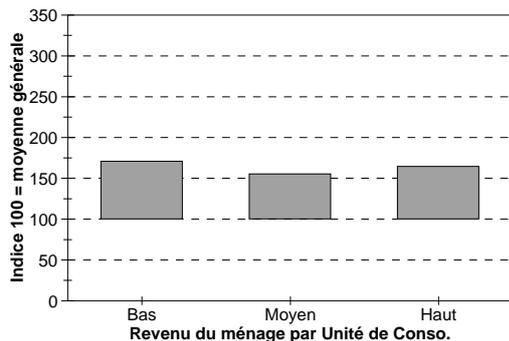
Etudiant résidant en 1^{ère} ou 2^{ème} couronne



Homme actif motorisé résidant en 1ère couronne

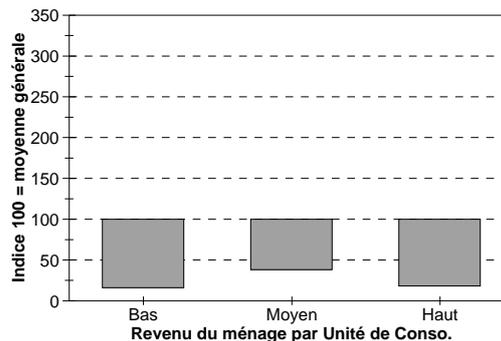
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Distance totale rapportée à la moyenne



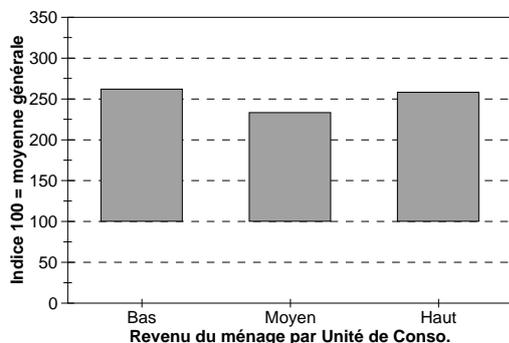
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Distance en TC rapportée à la moyenne



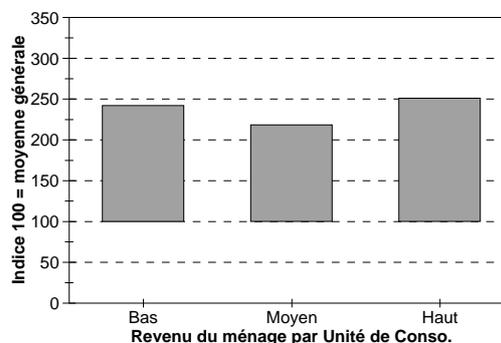
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Distance comme conducteur VP / moyenne



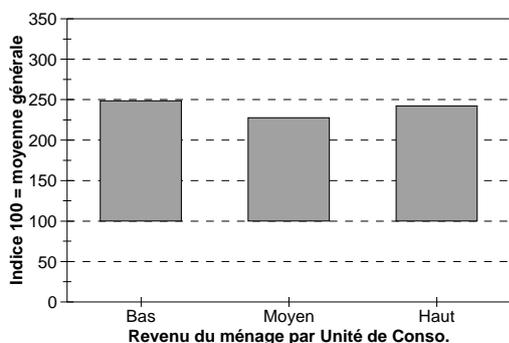
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de CO2



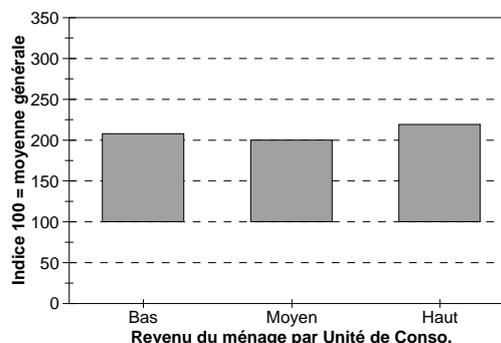
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de CO



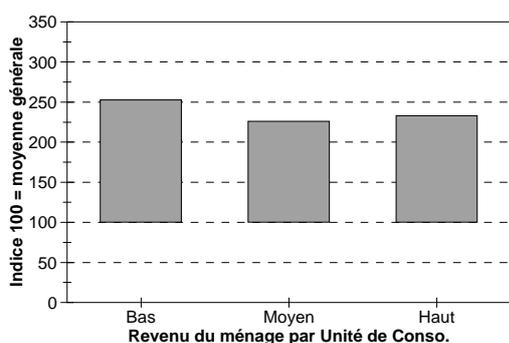
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de NOx



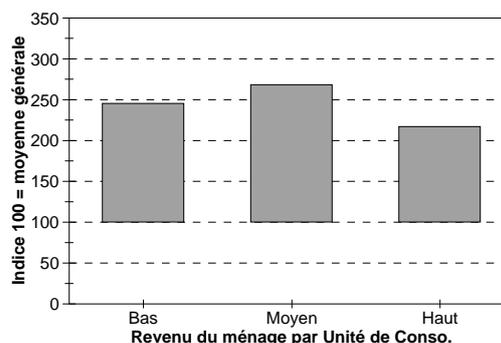
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



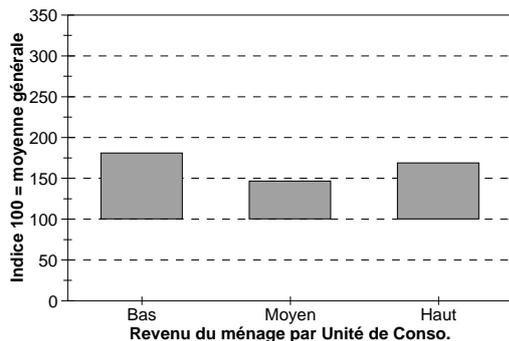
Homme actif en 1ère couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de particules

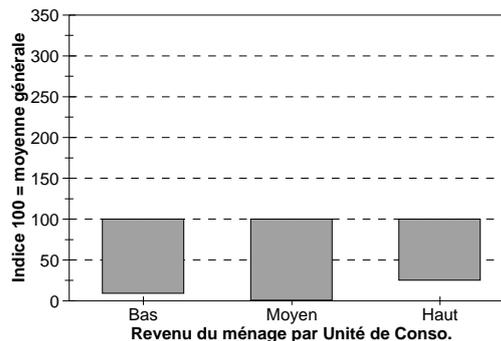


Chômeur motorisé résidant en 2^{ème} couronne

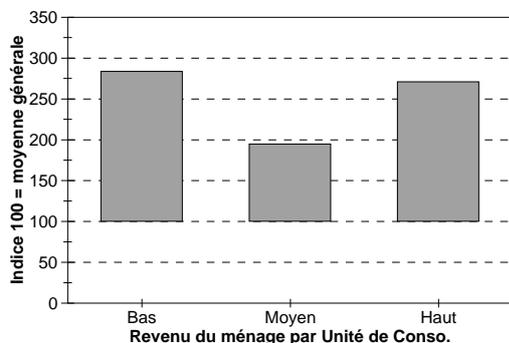
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Distance totale rapportée à la moyenne



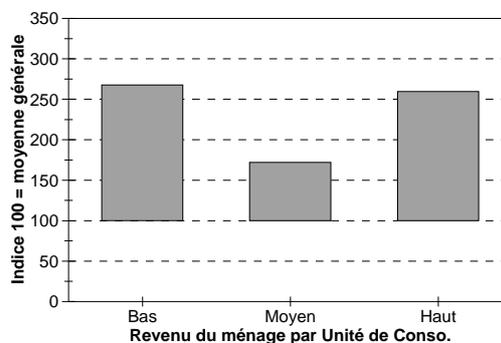
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Distance en TC rapportée à la moyenne



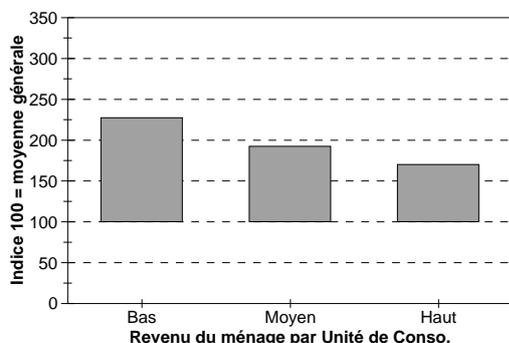
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Distance comme conducteur VP / moyenne



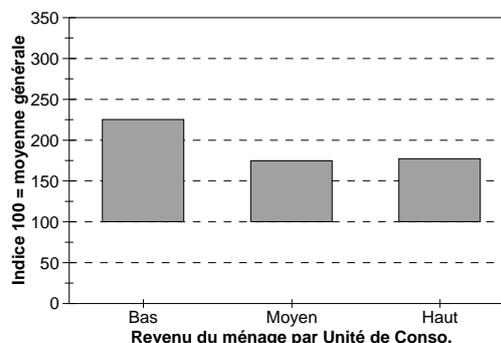
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif de CO2



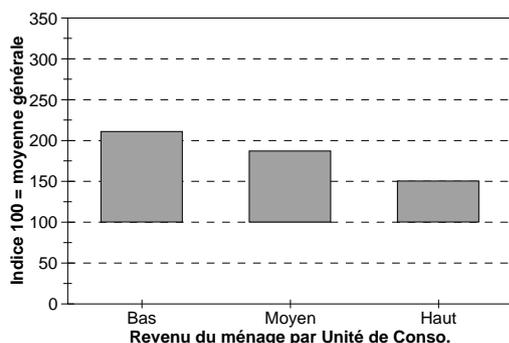
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif de CO



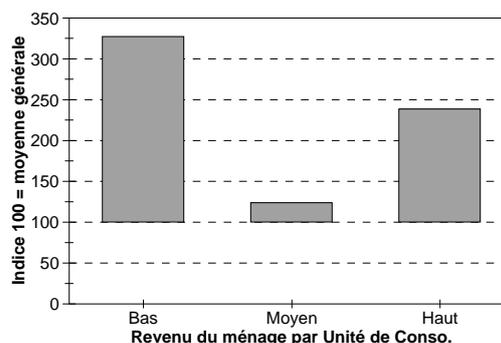
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif de NOx



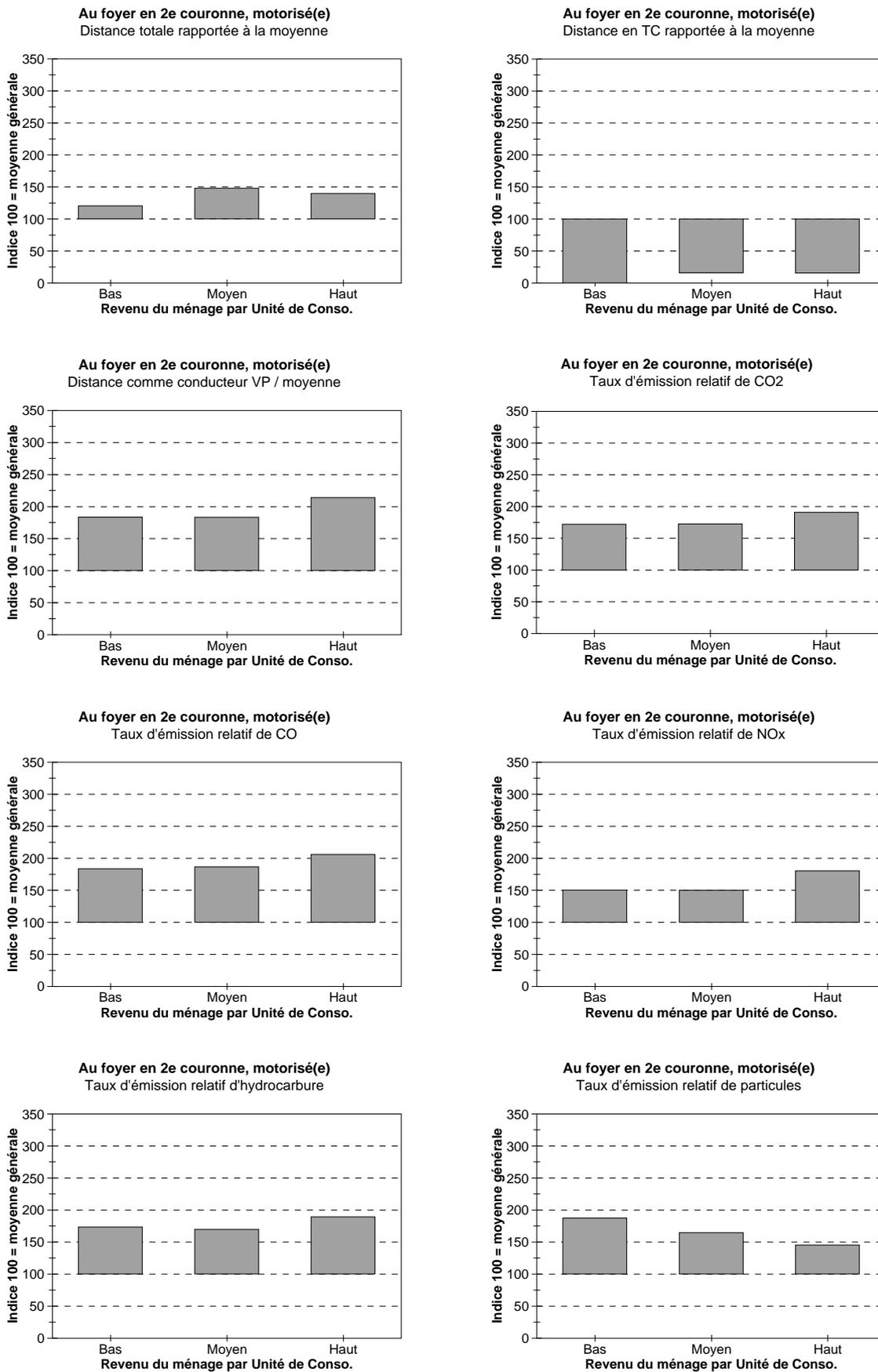
Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



Chômeur(se) en 2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif de particules

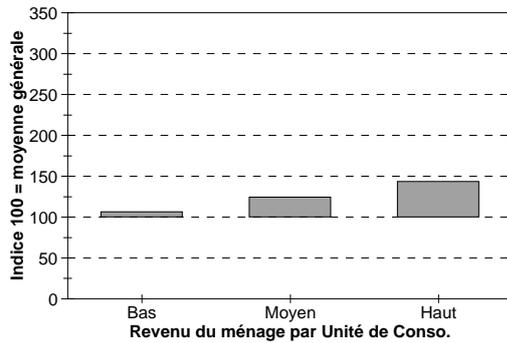


Au foyer motorisé en 2^{ème} couronne

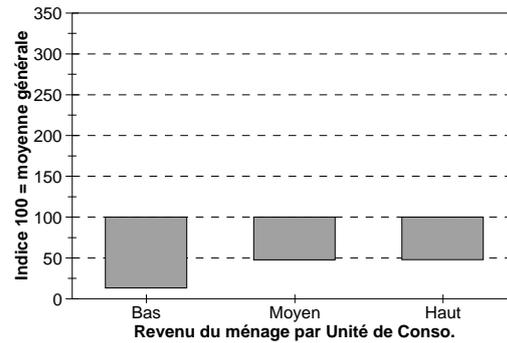


Femme active motorisée résidant en 1ère couronne

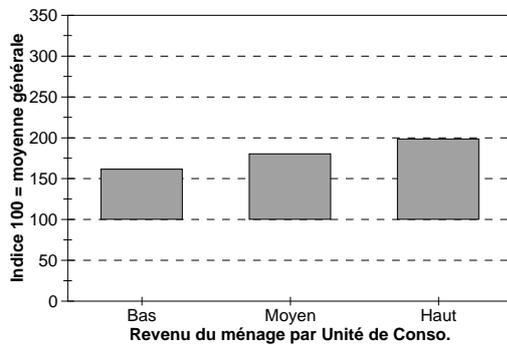
Femme active en 1e couronne, motorisée
Distance totale rapportée à la moyenne



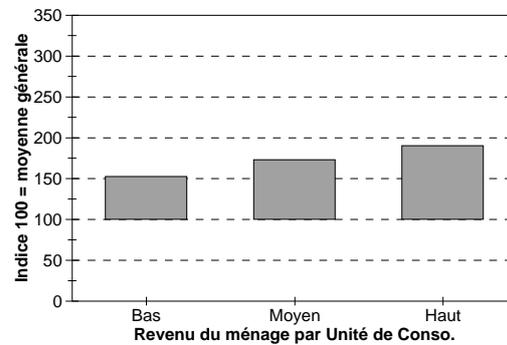
Femme active en 1e couronne, motorisée
Distance en TC rapportée à la moyenne



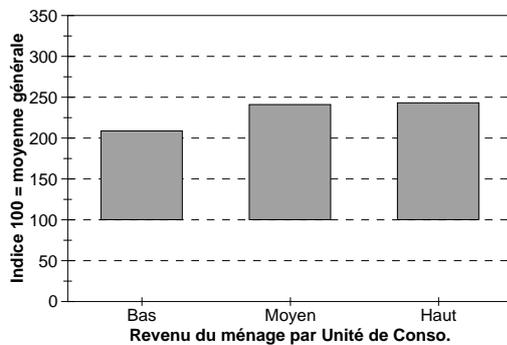
Femme active en 1e couronne, motorisée
Distance comme conductrice VP /moyenne



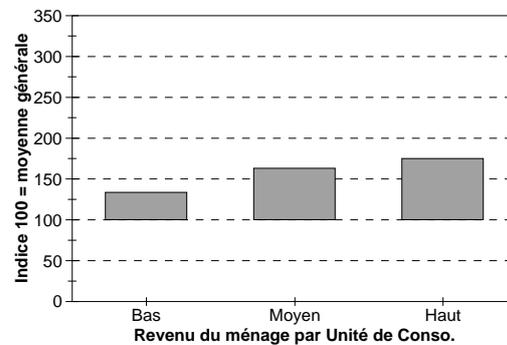
Femme active en 1e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de CO2



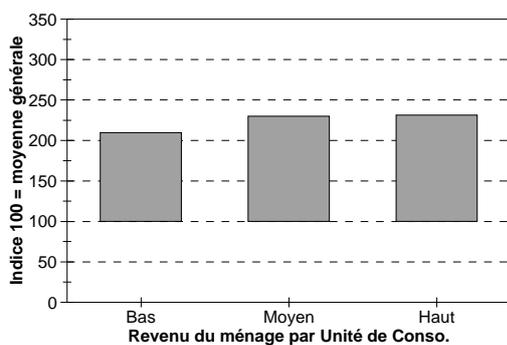
Femme active en 1e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de CO



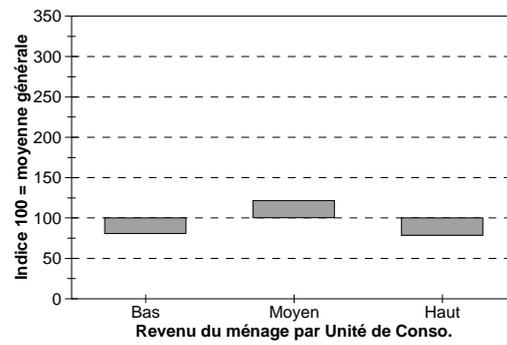
Femme active en 1e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de NOx



Femme active en 1e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure

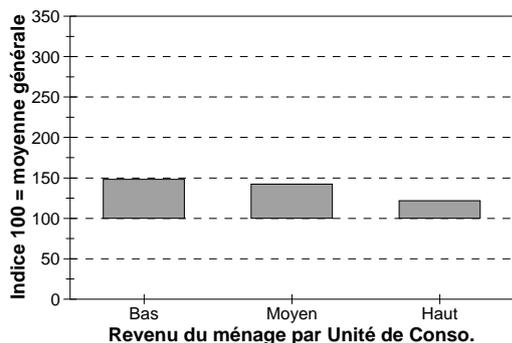


Femme active en 1e couronne, motorisée
Taux d'émission relatif de particules

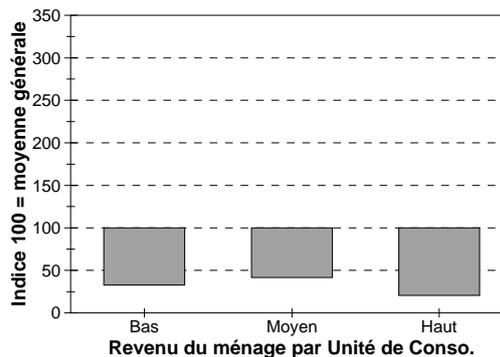


Homme actif motorisé résidant dans le centre

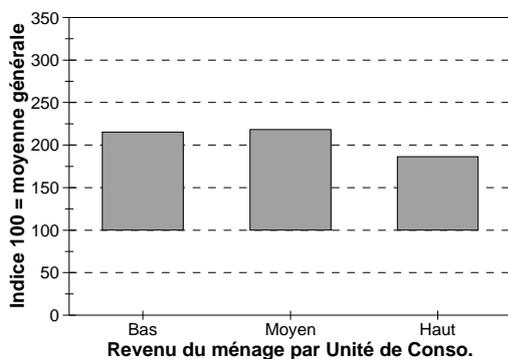
Distance totale rapportée à la moyenne



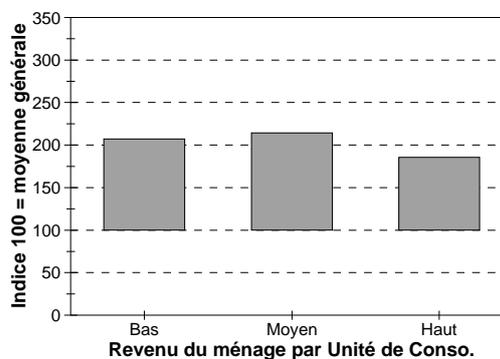
Distance en TC rapportée à la moyenne



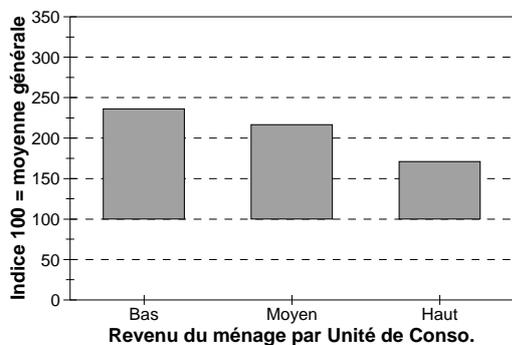
Distance comme conducteur VP/moyenne



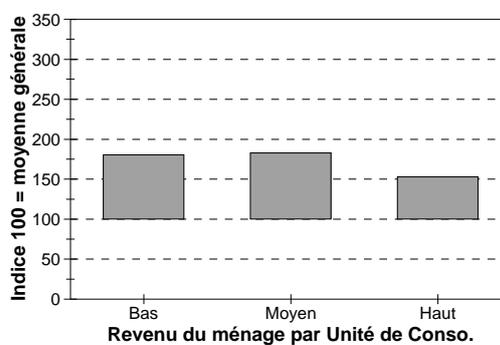
Taux d'émission relatif de CO2



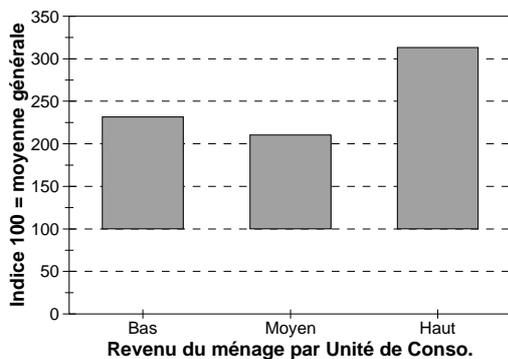
Taux d'émission relatif de CO



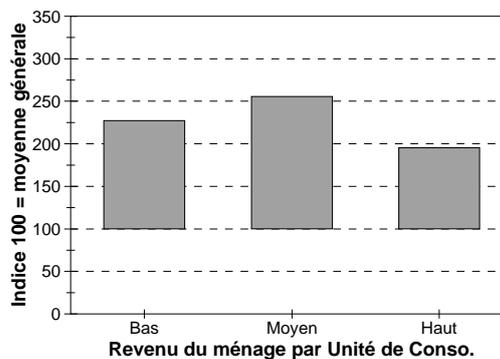
Taux d'émission relatif de NOx



Taux d'émission relatif d'hydrocarbure

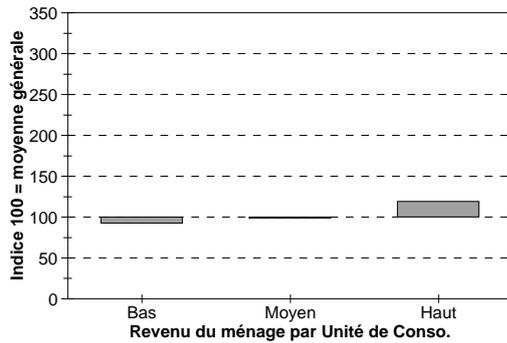


Taux d'émission relatif de particules

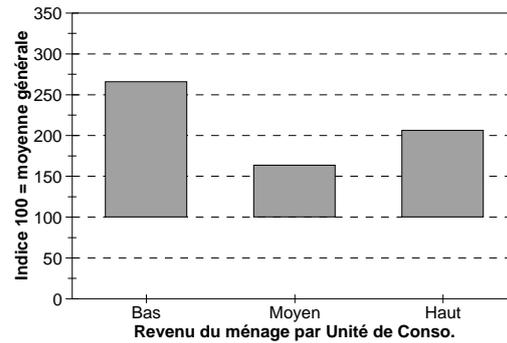


Ecolier du secondaire résidant en 2^{ème} couronne

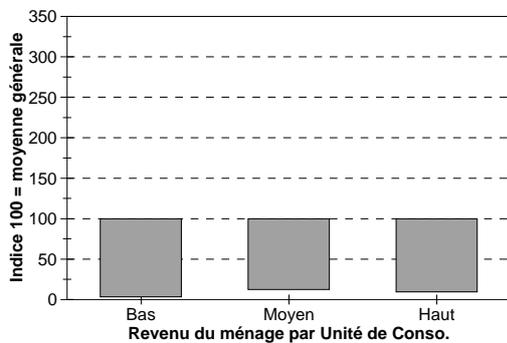
Ecolier du secondaire en 2ème couronne
Distance totale rapportée à la moyenne



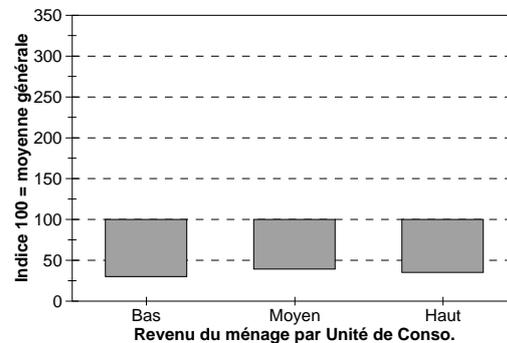
Ecolier du secondaire, en 2e couronne
Distance en TC rapportée à la moyenne



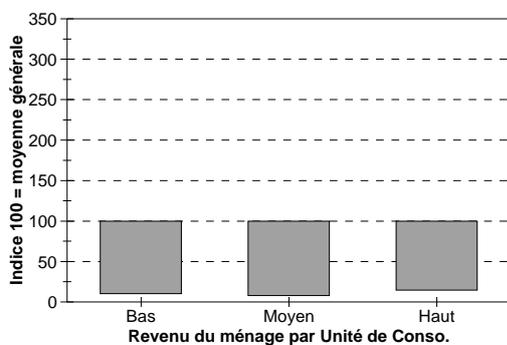
Ecolier du secondaire, en 2e couronne
Distance comme conducteur VP / moyenne



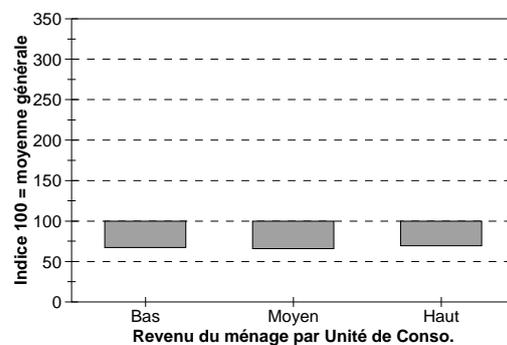
Ecolier du secondaire, en 2e couronne
Taux d'émission relatif de CO2



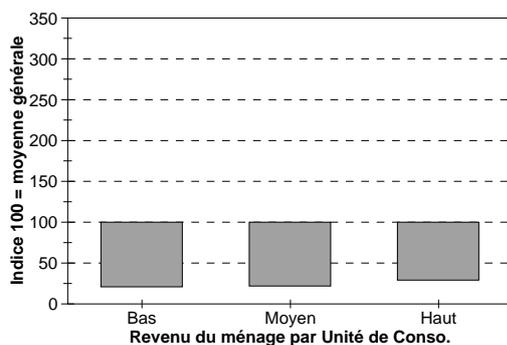
Ecolier du secondaire en 2ème couronne
Taux d'émission relatif de CO



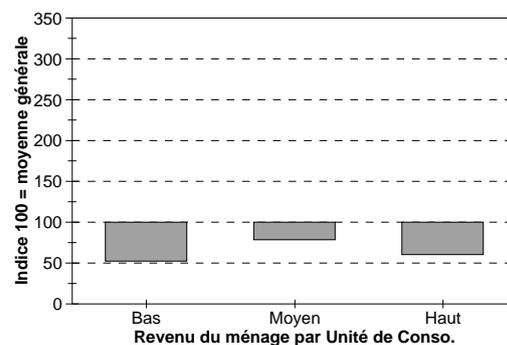
Ecolier du secondaire en 2ème couronne
Taux d'émission relatif de NOx



Ecolier du secondaire en 2ème couronne
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



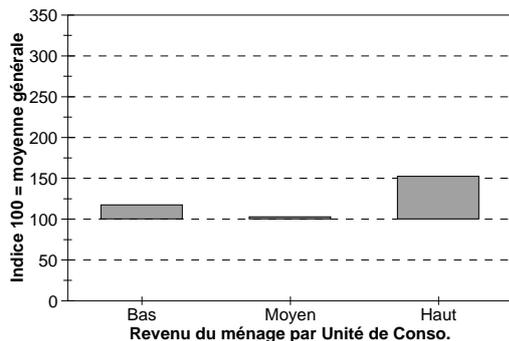
Ecolier du secondaire en 2ème couronne
Taux d'émission relatif de particules



Chômeur motorisé résidant dans le centre en 1ère couronne

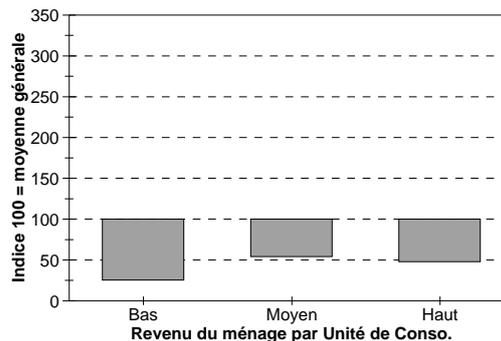
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Distance totale rapportée à la moyenne



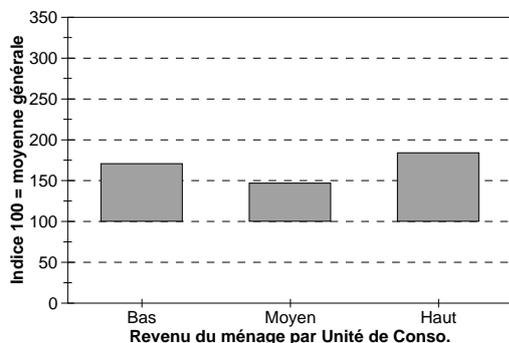
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Distance en TC rapportée à la moyenne



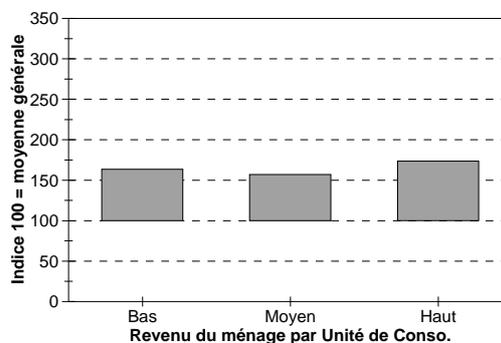
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Distance comme conducteur VP / moyenne



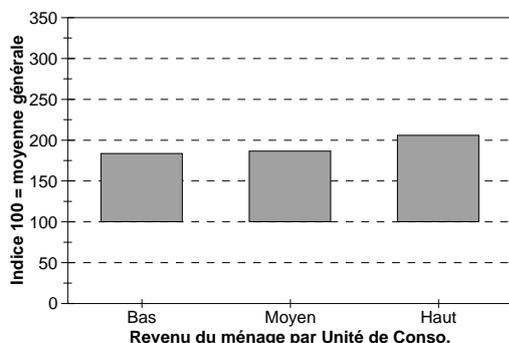
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de CO2



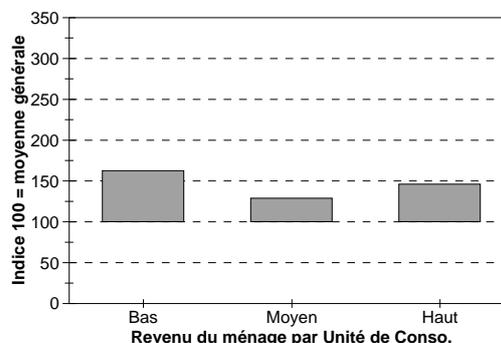
Au foyer en 2e couronne, motorisé(e)

Taux d'émission relatif de CO



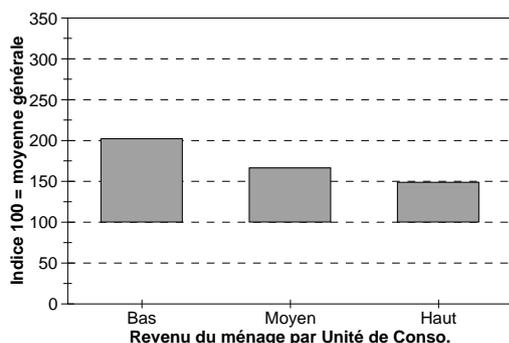
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de NOx



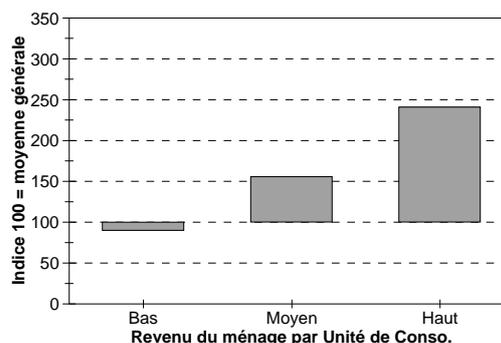
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



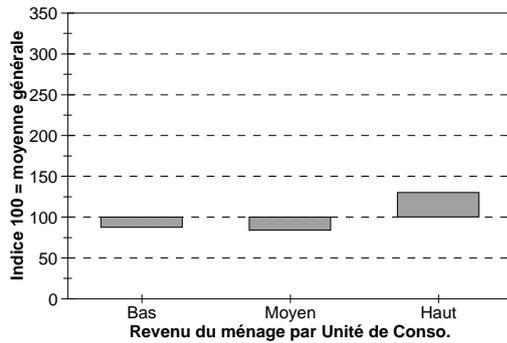
Chômeur, centre-1e couronne, motorisé

Taux d'émission relatif de particules

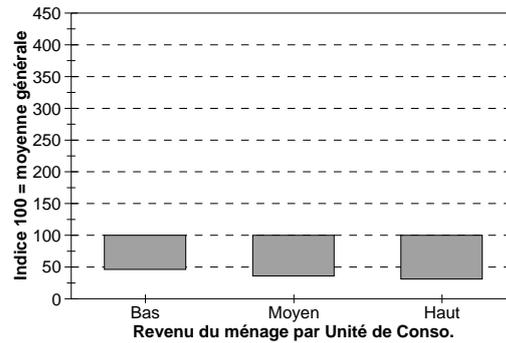


Retraité(e) motorisé résidant en 1^{ère} ou en 2^{ème} couronne

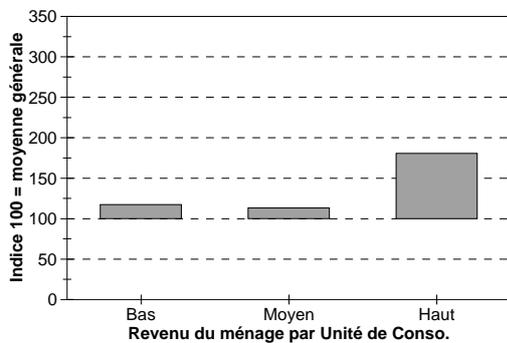
Retraité(e) 1-2e couronne, motorisé(e)
Distance totale rapportée à la moyenne



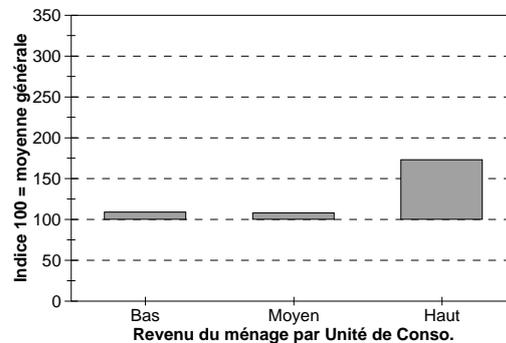
Retraité(e) 1-2e couronne, motorisé(e)
Distance en TC rapportée à la moyenne



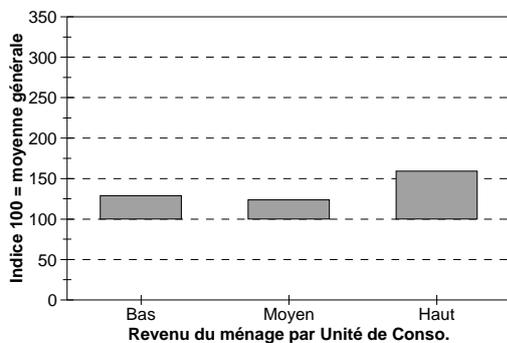
Retraité(e) 1-2e couronne, motorisé(e)
Distance comme conducteur VP / moyenne



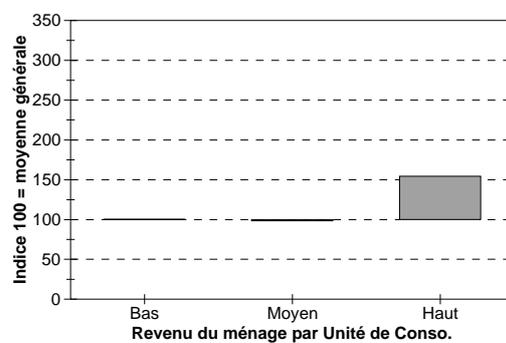
Retraité(e) 1-2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif de CO2



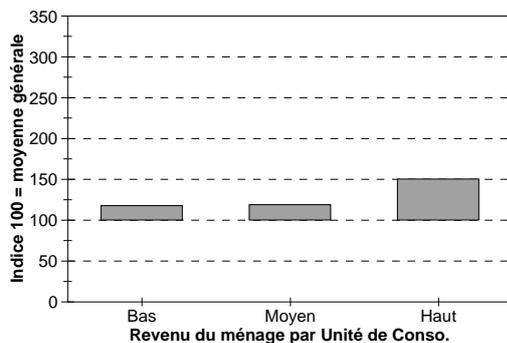
Retraité(e) 1-2e couronne motorisé(e)
Taux d'émission relatif de CO



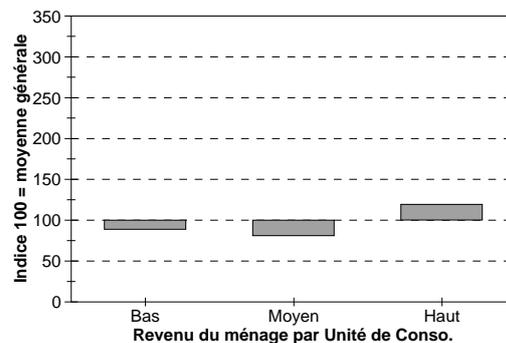
Retraité(e) 1-2e couronne motorisé(e)
Taux d'émission relatif de NOx



Retraité(e) 1-2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure

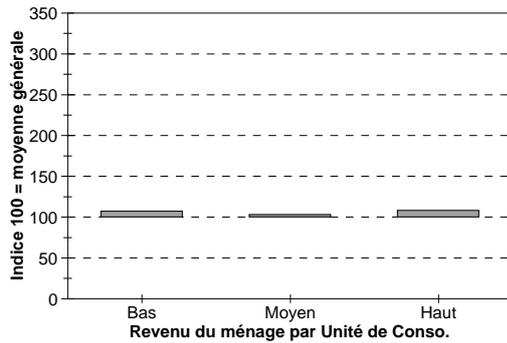


Retraité(e) 1-2e couronne, motorisé(e)
Taux d'émission relatif de particules

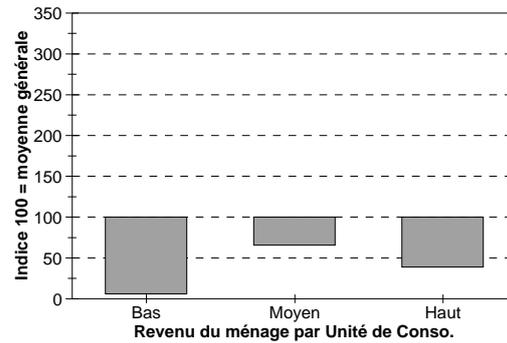


Au foyer motorisé résidant dans le centre ou en 1^{ère} couronne

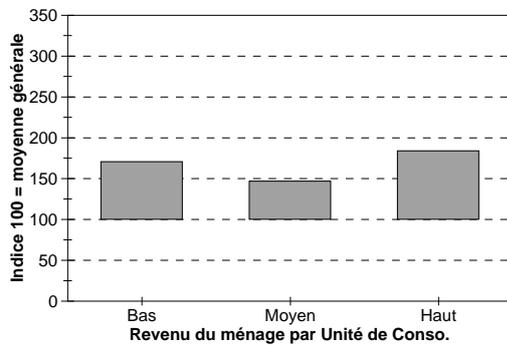
Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Distance totale rapportée à la moyenne



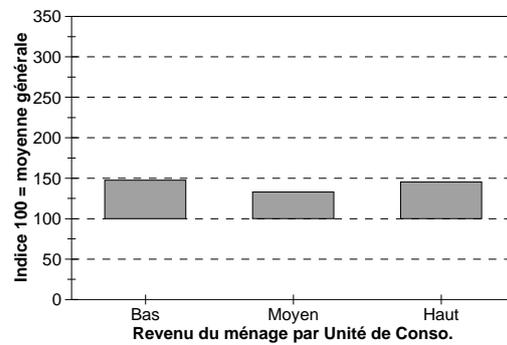
Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Distance en TC rapportée à la moyenne



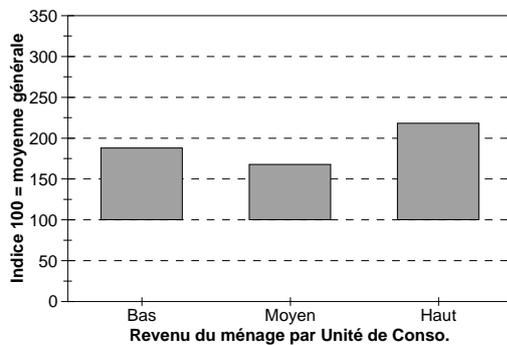
Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Distance comme conducteur VP / moyenne



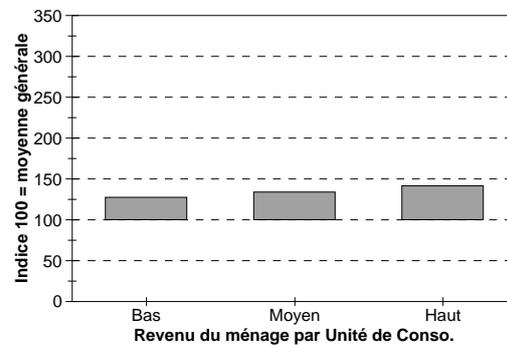
Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Taux d'émission relatif de CO2



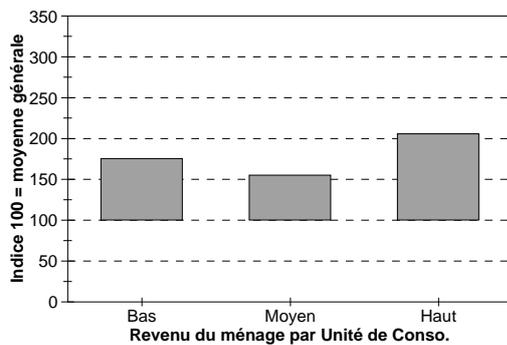
Au foyer, centre 1e couronne, motorisé
Taux d'émission relatif de CO



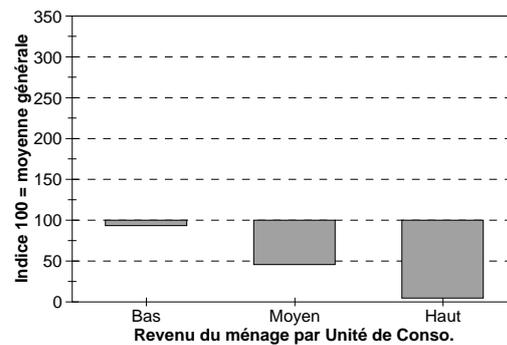
Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Taux d'émission relatif de NOx



Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure

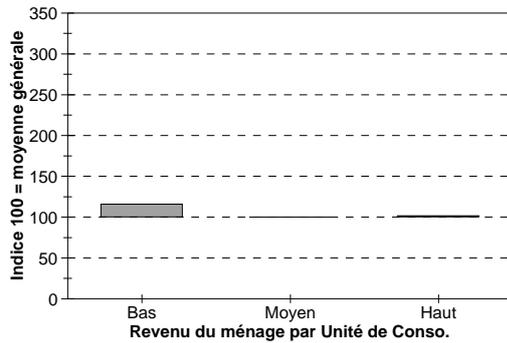


Au foyer, centre-1e couronne, motorisé
Taux d'émission relatif de particules

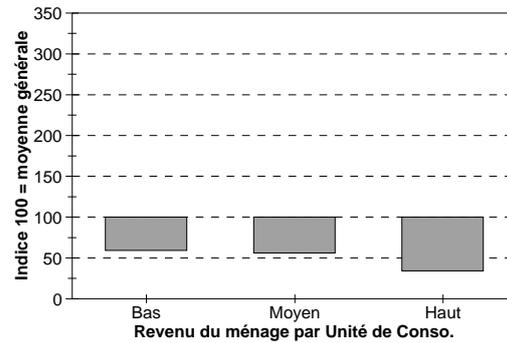


Femme active motorisée résidant dans le centre

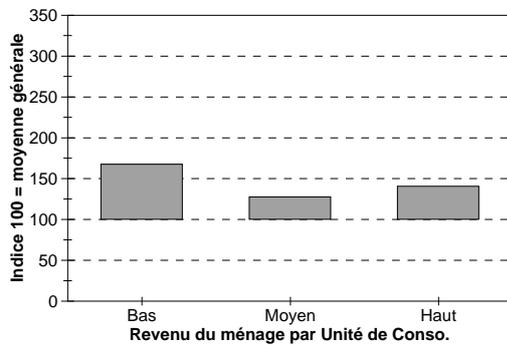
Femme active dans le centre, motorisée
Distance totale rapportée à la moyenne



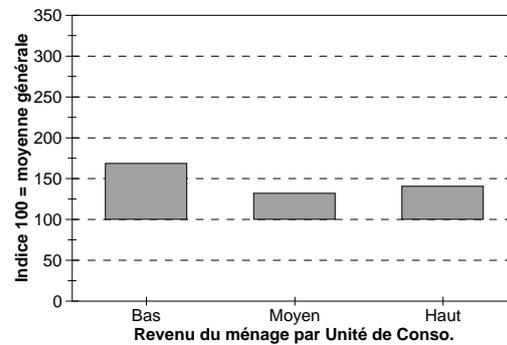
Femme active, centre, motorisée
Distance en TC rapportée à la moyenne



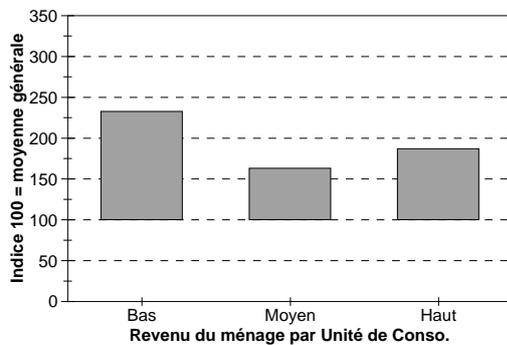
Femme active, centre, motorisée
Distance comme conductrice VP /moyenne



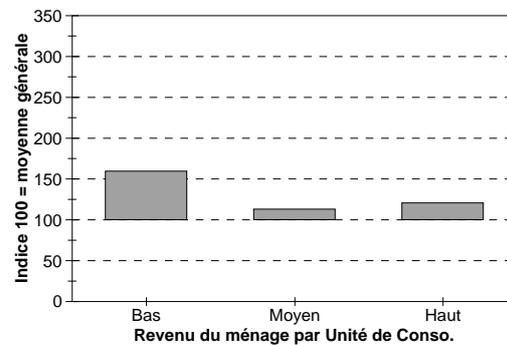
Femme active, centre, motorisée
Taux d'émission relatif de CO2



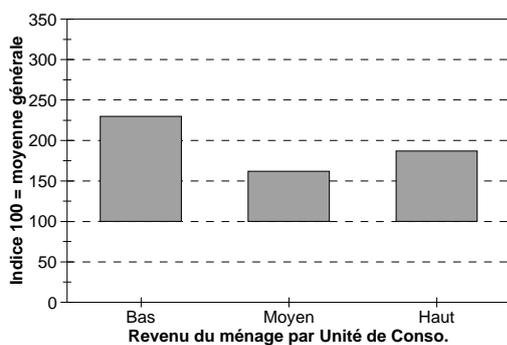
Femme active dans le centre, motorisée
Taux d'émission relatif de CO



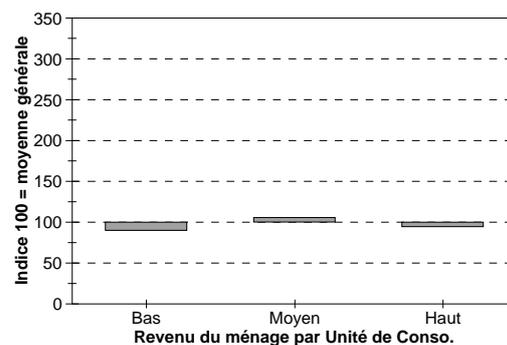
Femme active, centre, motorisée
Taux d'émission relatif de NOx



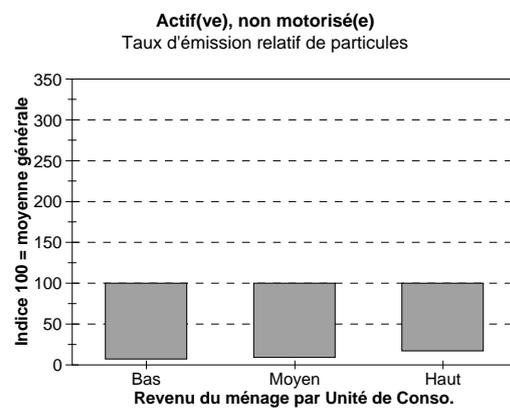
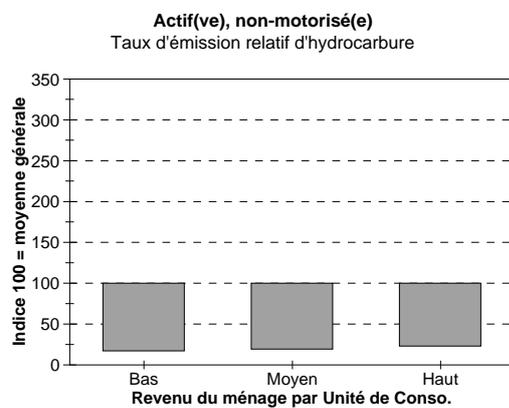
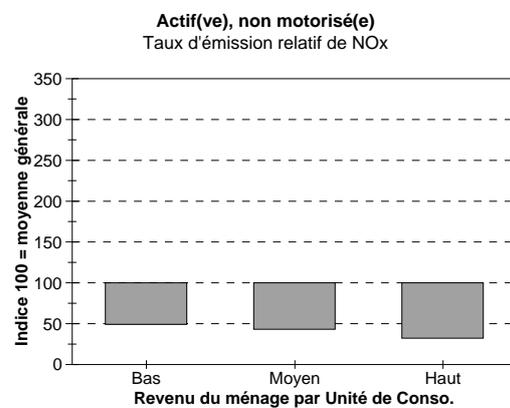
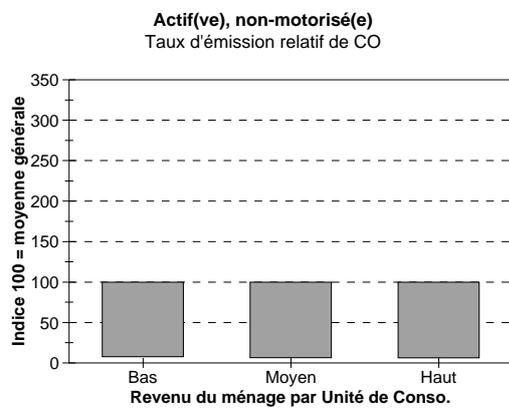
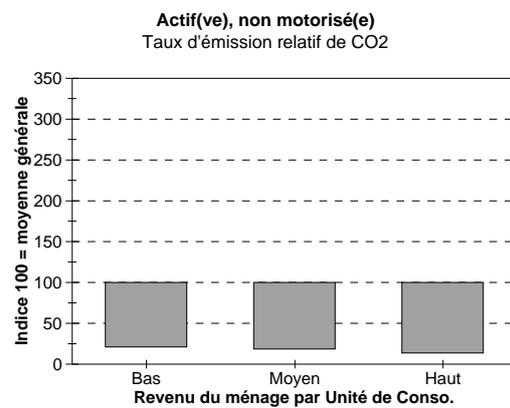
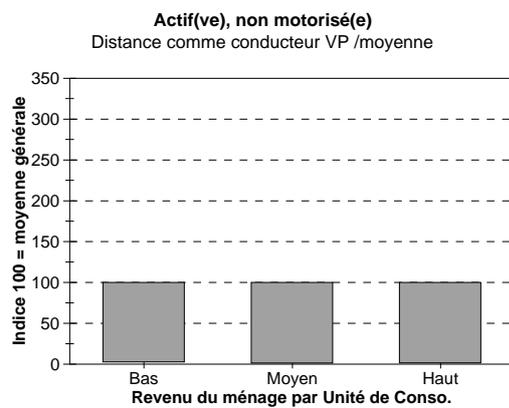
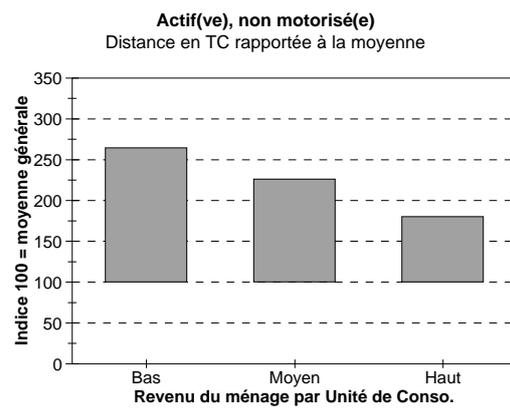
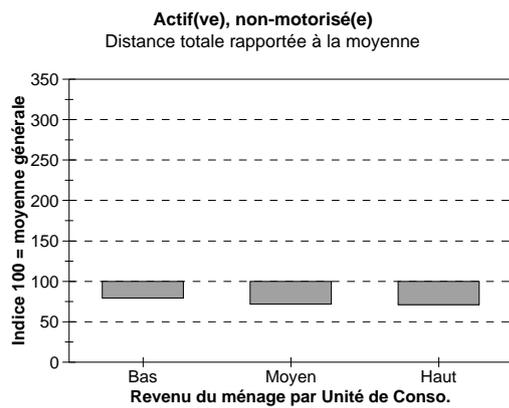
Femme active dans le centre, motorisée
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



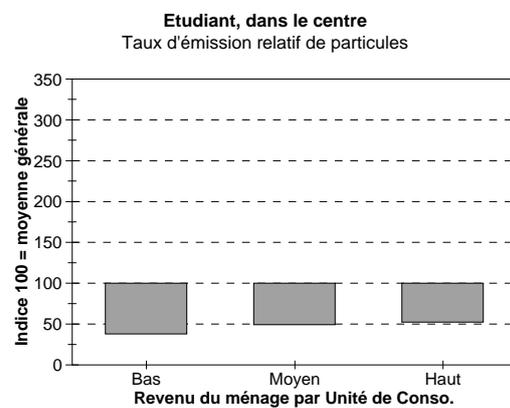
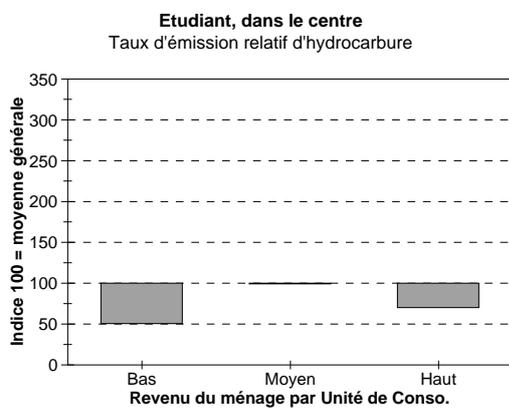
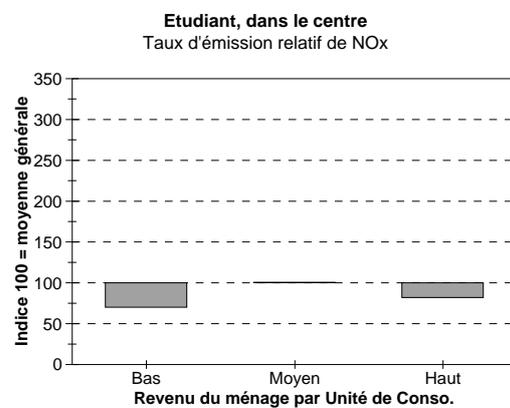
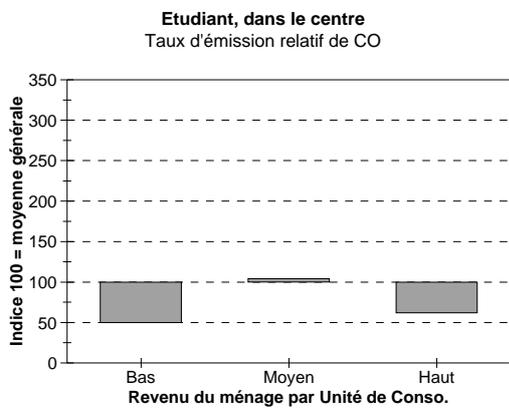
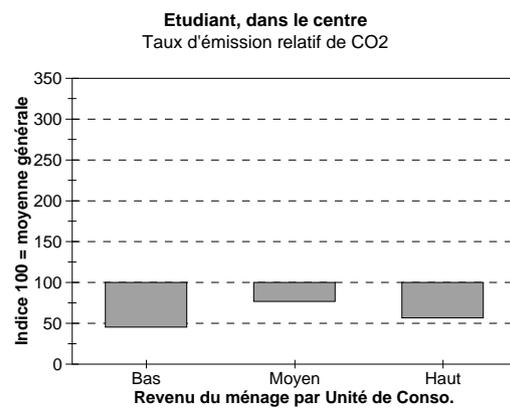
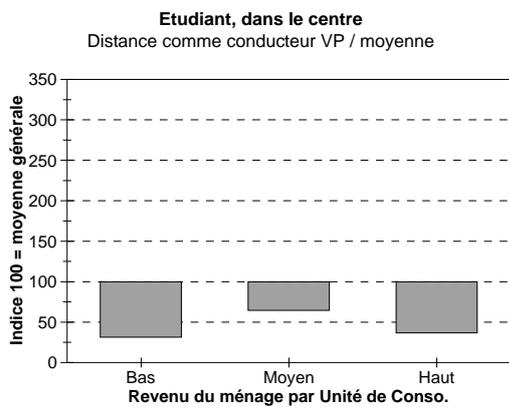
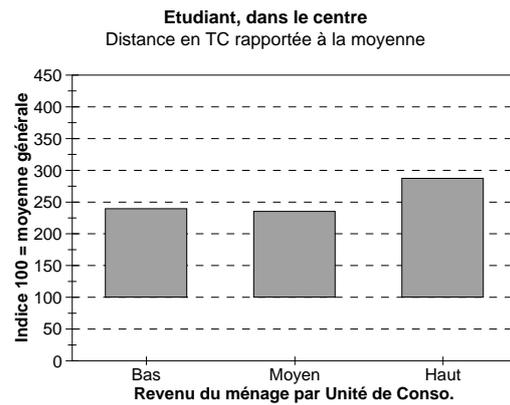
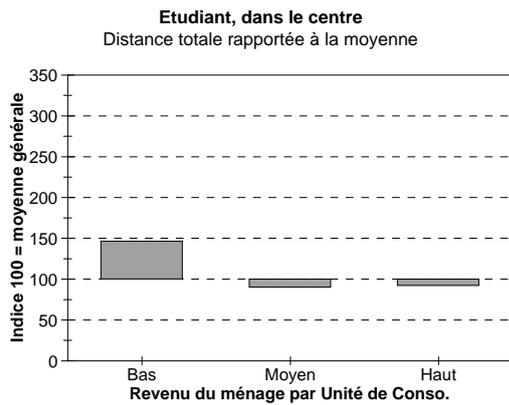
Femme active, centre, motorisée
Taux d'émission relatif de particules



Actif non motorisé

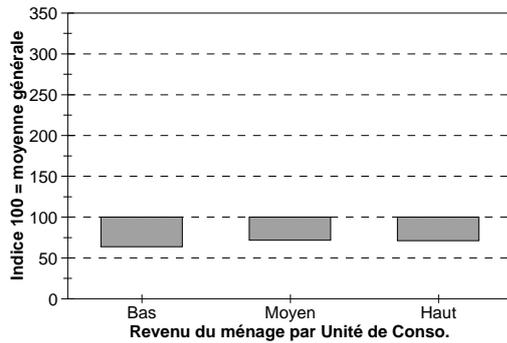


Etudiant résidant dans le centre

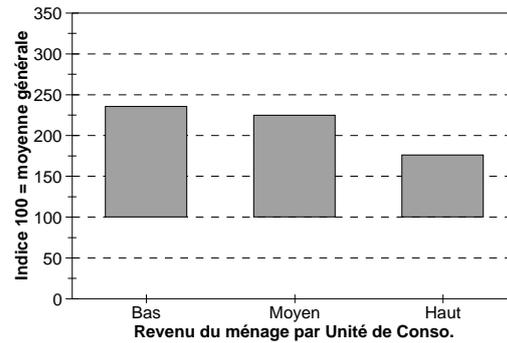


Ecolier du secondaire résidant dans le centre ou 1^{ère} couronne

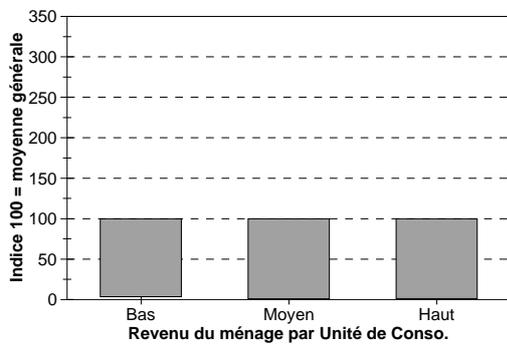
Ecolier secondaire, centre-1e couronne
Distance totale rapportée à la moyenne



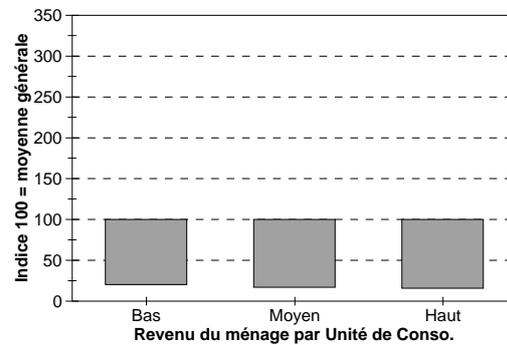
Ecolier secondaire centre-1e couronne
Distance en TC rapportée à la moyenne



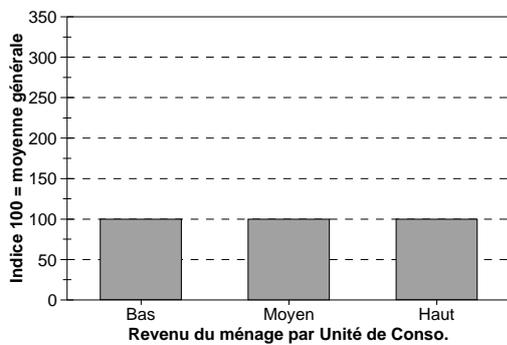
Ecolier secondaire centre-1e couronne
Distance comme conducteur VP / moyenne



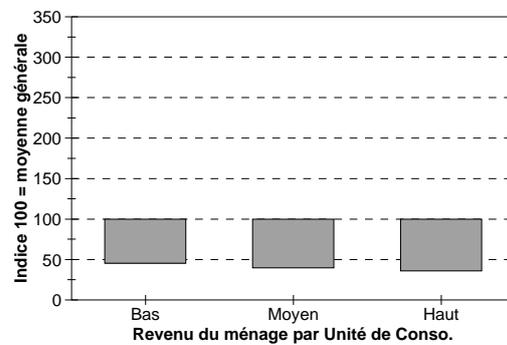
Ecolier secondaire centre-1e couronne
Taux d'émission relatif de CO2



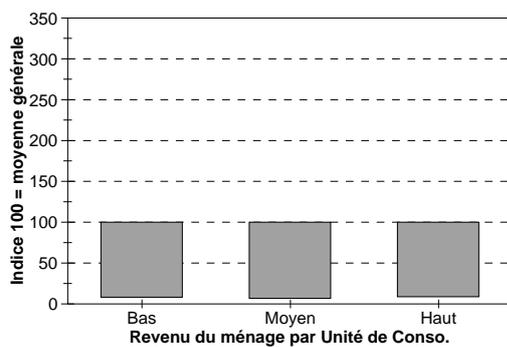
Ecolier secondaire centre-1e couronne
Taux d'émission relatif de CO



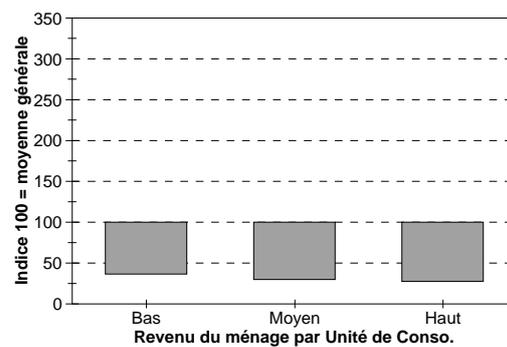
Ecolier, secondaire centre-1e couronne
Taux d'émission relatif de NOx



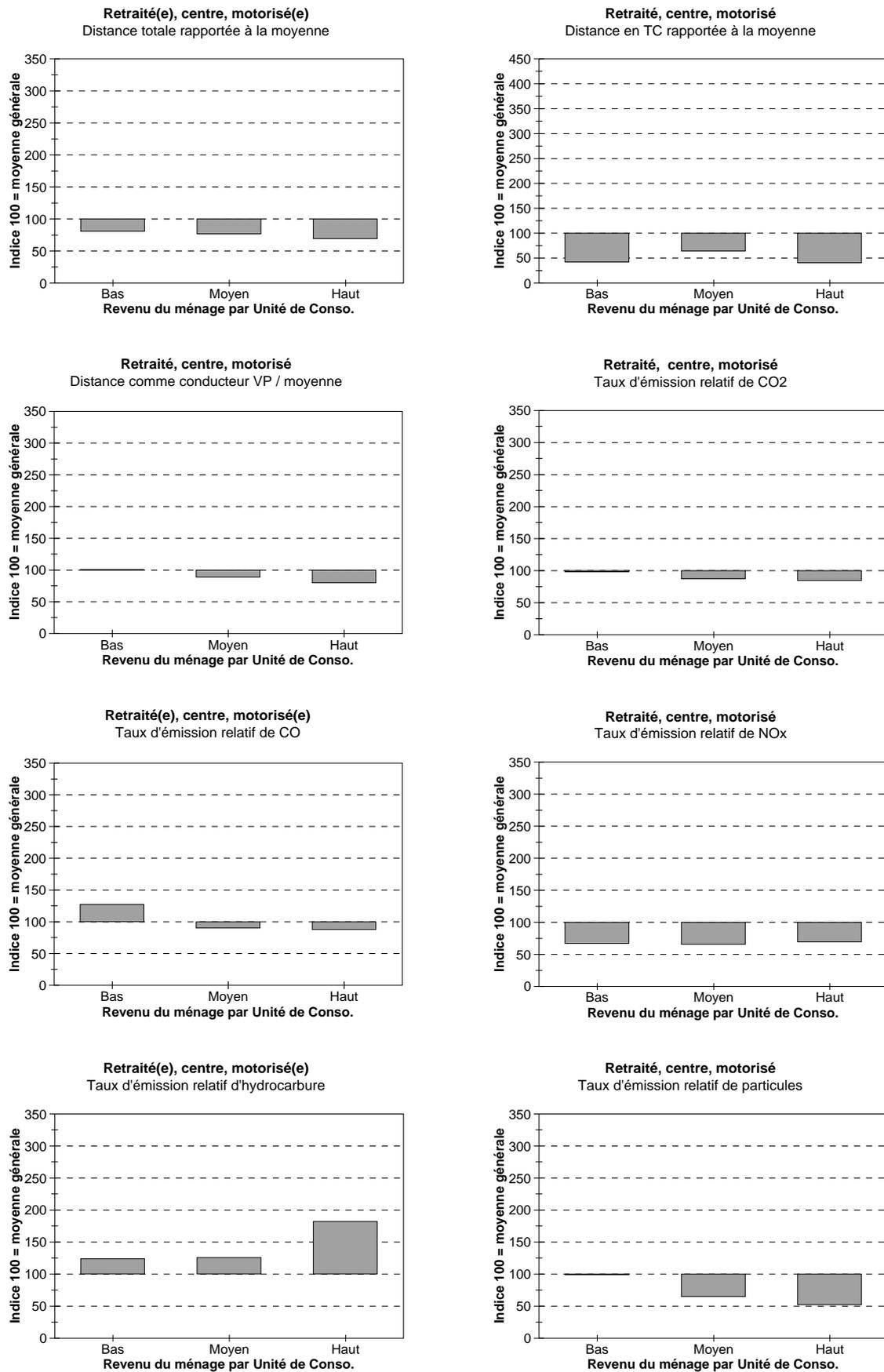
Ecolier secondaire, centre-1e couronne
Taux d'émission relatif d'hydrocarbure



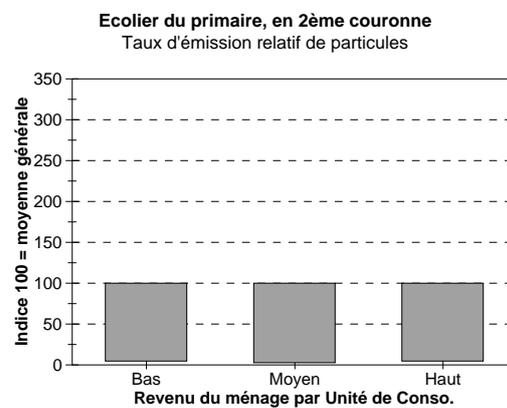
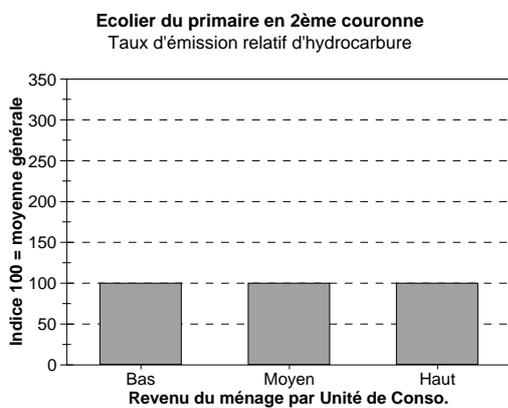
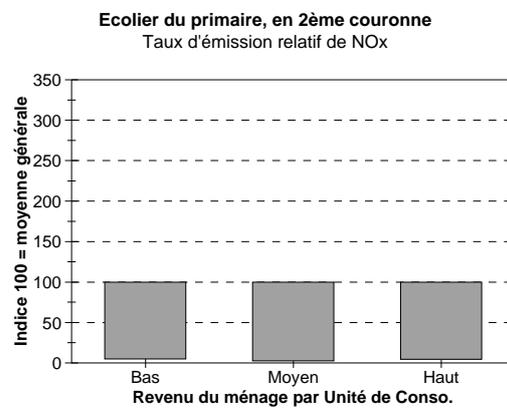
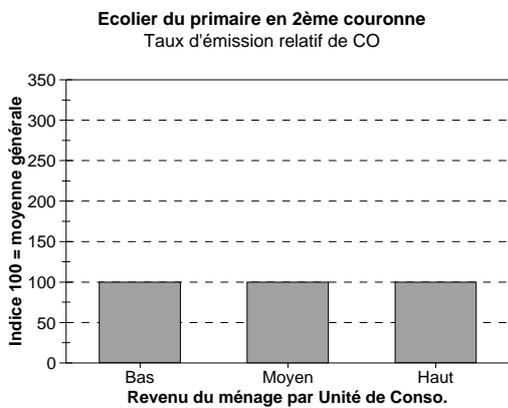
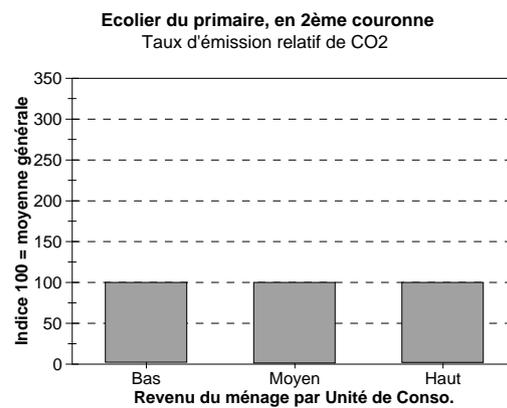
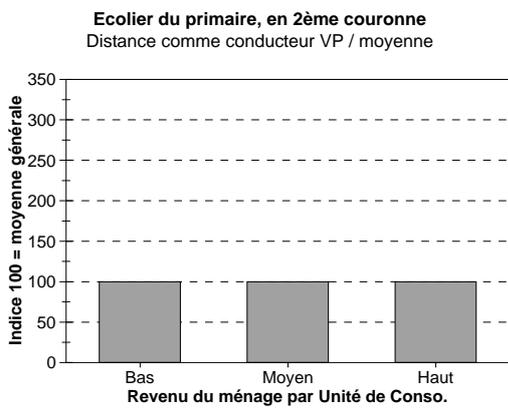
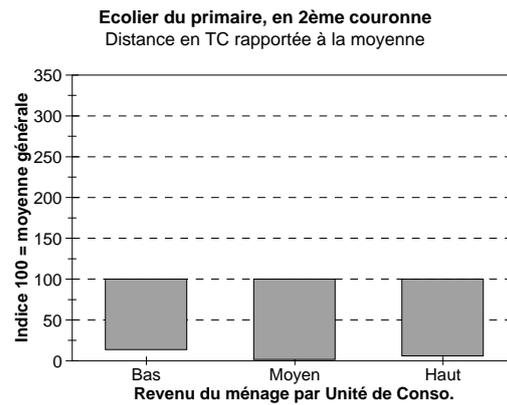
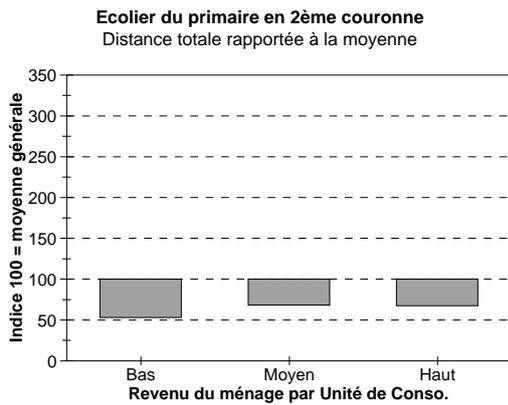
Ecolier, secondaire centre-1e couronne
Taux d'émission relatif de particules



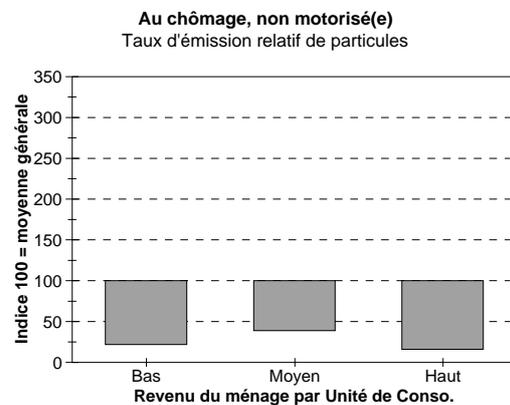
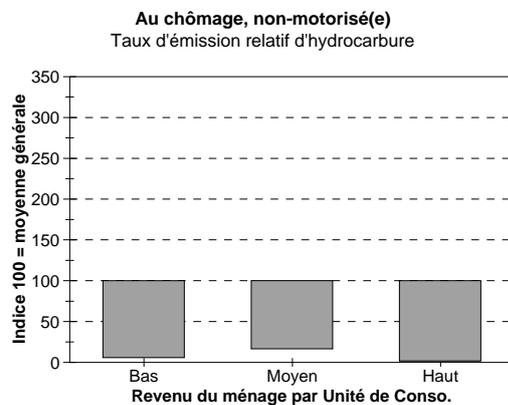
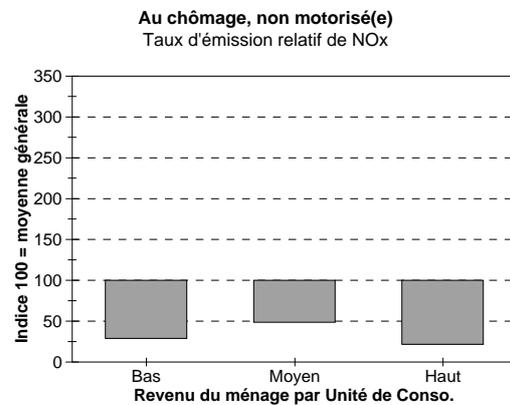
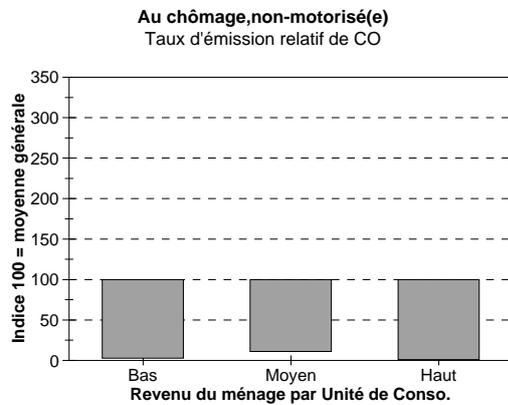
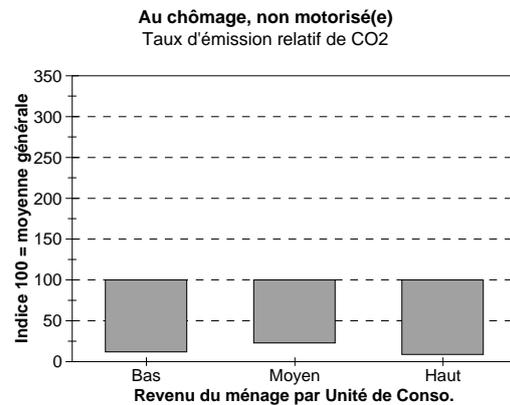
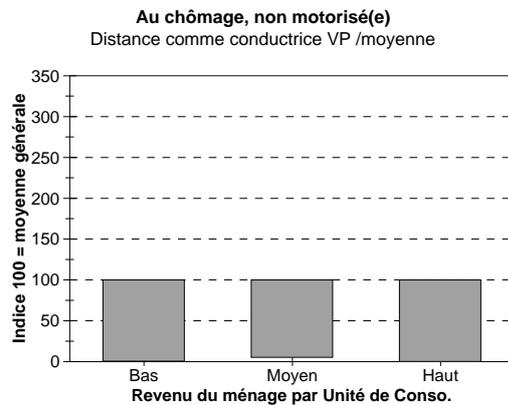
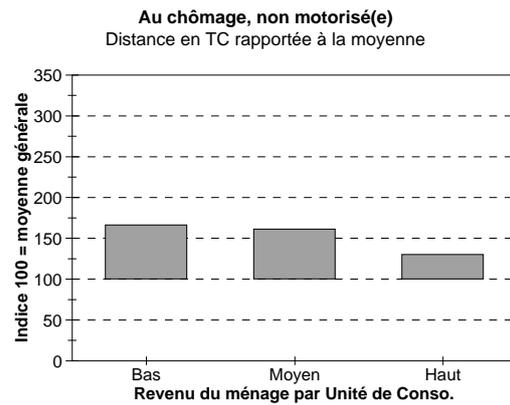
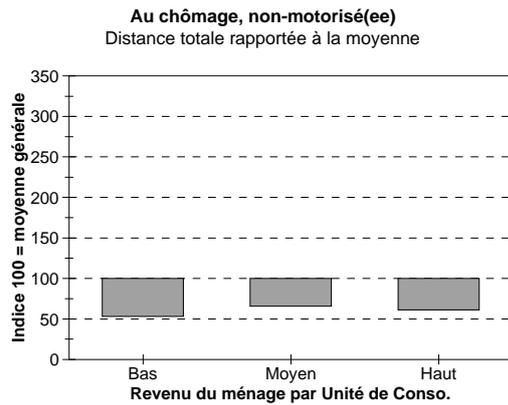
Retraité motorisé résidant dans le centre



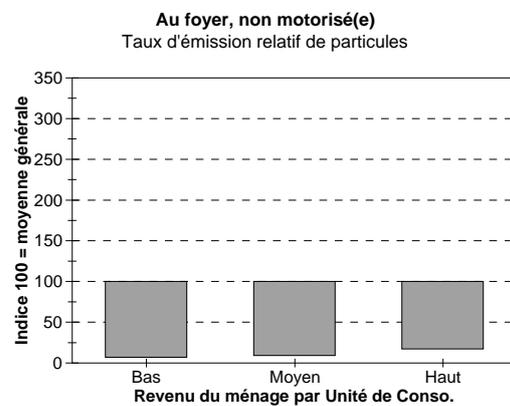
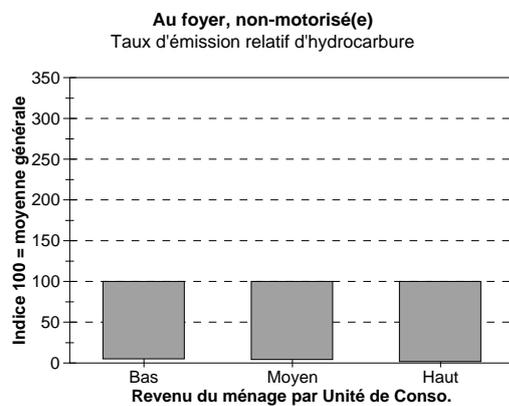
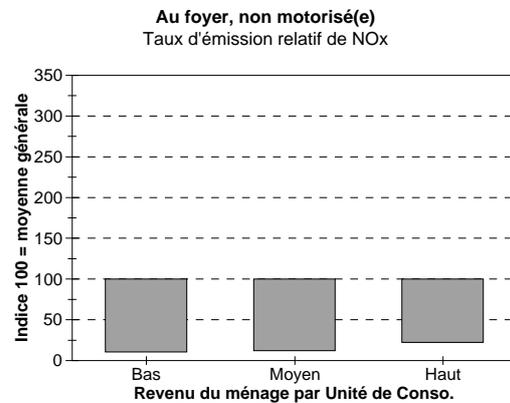
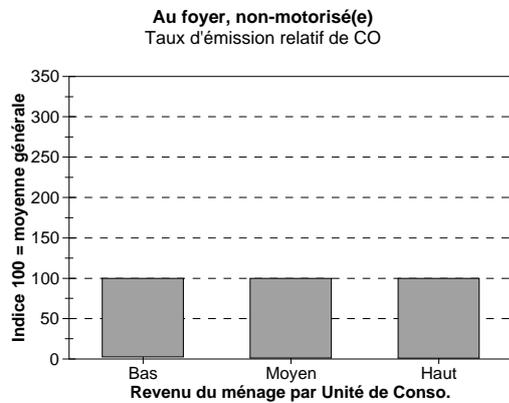
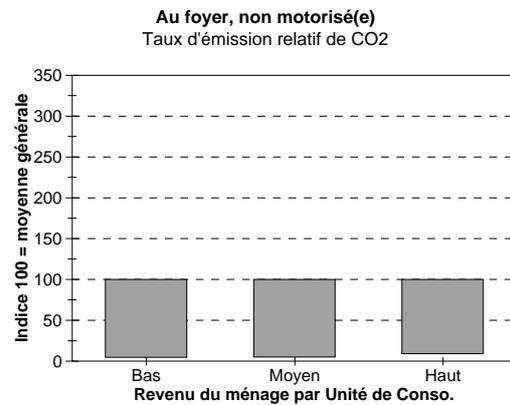
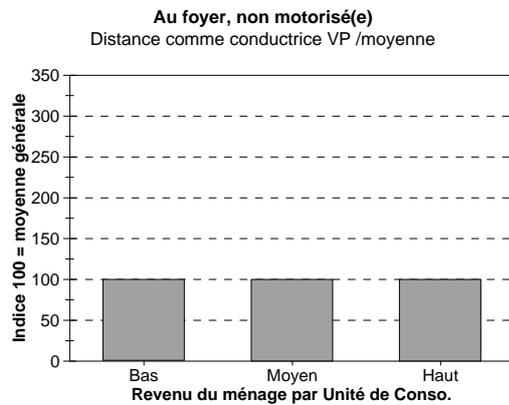
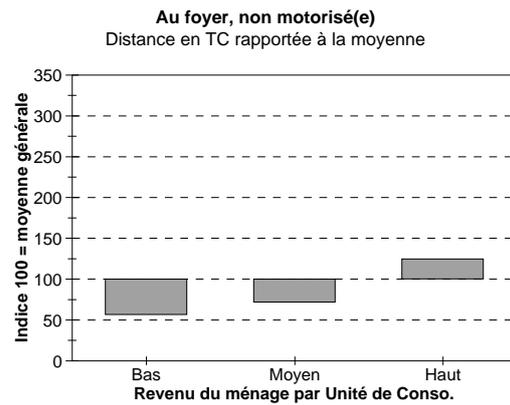
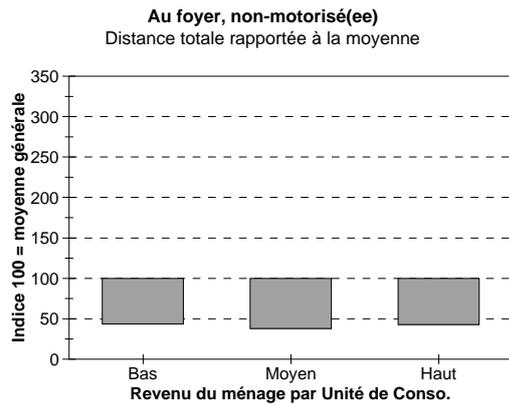
Ecolier du primaire résidant en 2^{ème} couronne



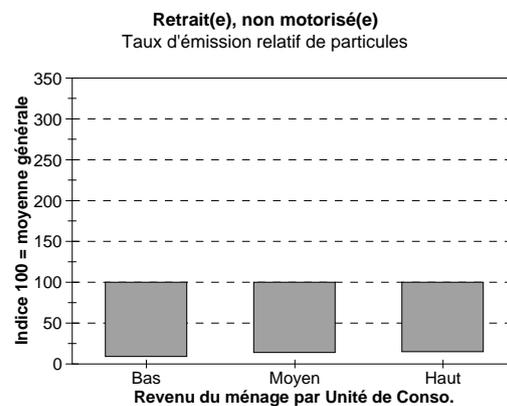
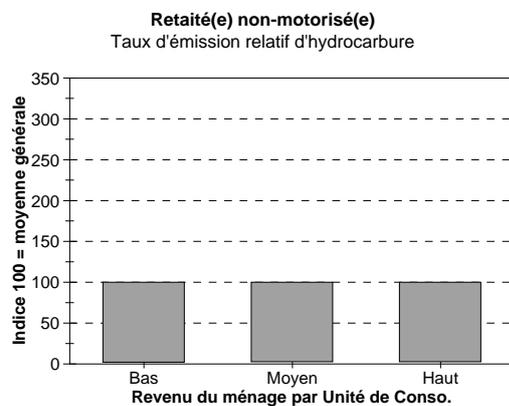
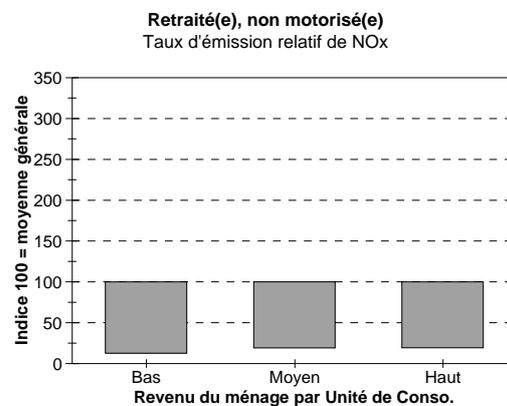
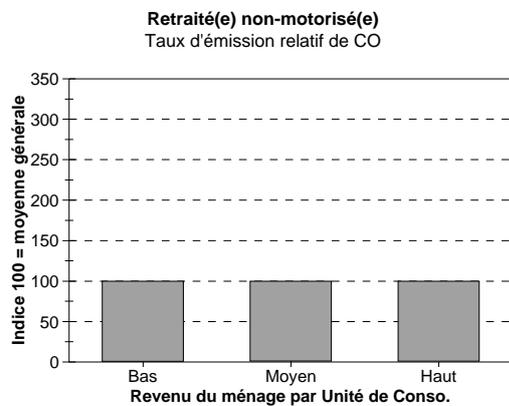
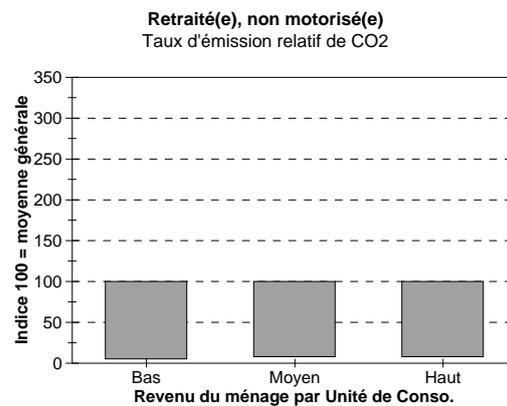
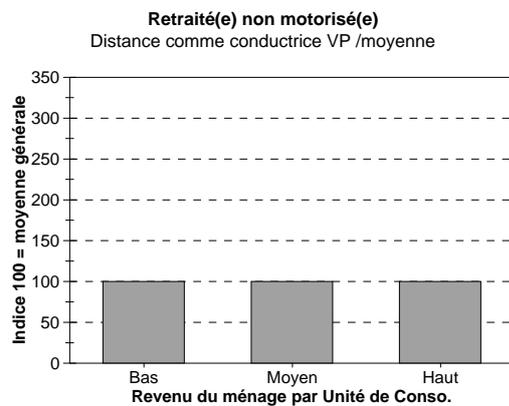
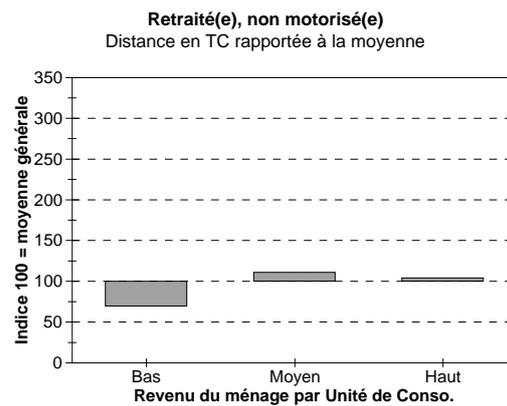
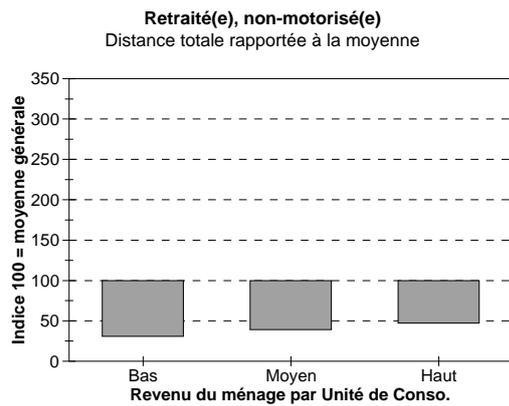
Chômeur non motorisé



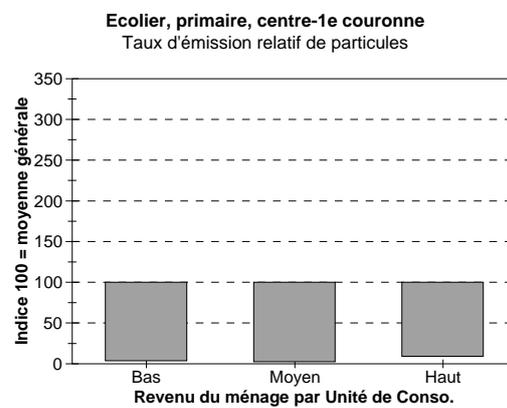
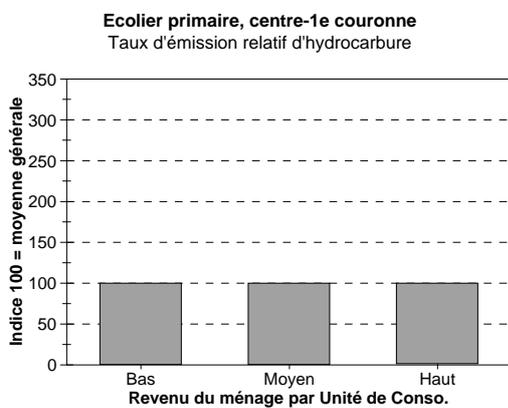
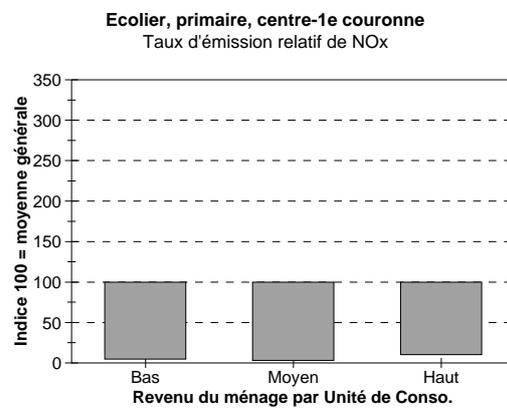
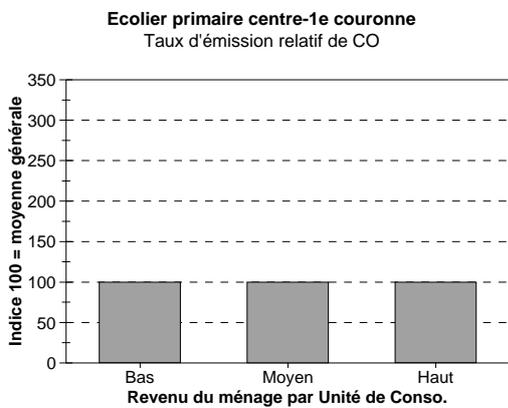
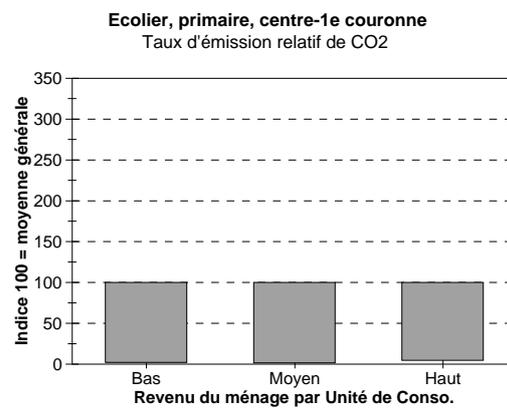
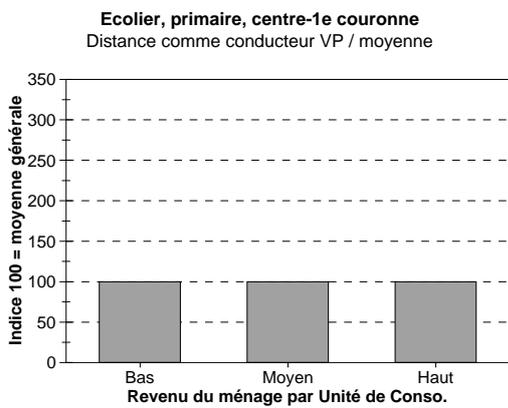
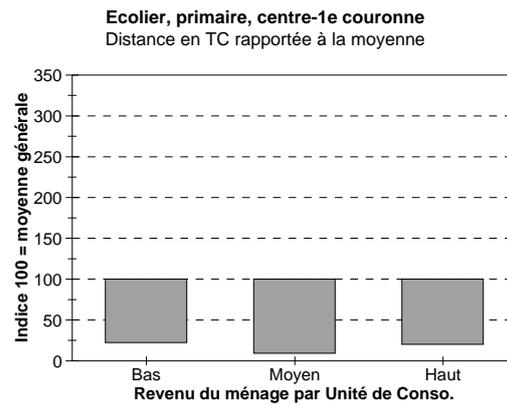
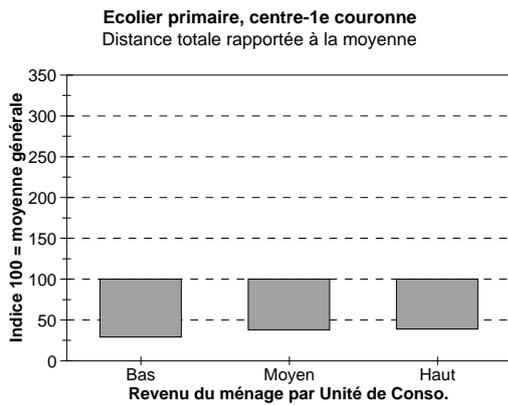
Au foyer non motorisé



Retraité non motorisé



Ecolier du primaire résidant en centre ou en 1^{ère} couronne



PLAN DU RAPPORT

PREAMBULE	3
CHAPITRE INTRODUCTIF	5
CHAPITRE 1 LA « MOBILITE QUOTIDIENNE DES LYONNAIS » : DEFINIR LE CHAMP D'OBSERVATION	17
INTRODUCTION	17
1. LES TRAFICS URBAINS NON PRIS EN COMPTE PAR L'ETUDE	18
1.1. <i>Davis, une affectation des trafics en heure de pointe du soir</i>	19
1.2. <i>Télescopage et Freturb : décomposer les trafics réalisés au cours d'une journée</i>	19
2. LES TRAFICS EXTRAURBAINS DES RESIDENTS LYONNAIS	23
2.1. <i>Le nécessaire recours à l'Enquête Nationale Transports pour compléter l'estimation des distances</i> .	23
2.2. <i>Du jour ouvrable au mois, comment estimer les distances urbaines ?</i>	27
2.3. <i>Distances automobiles en urbain et kilométrages totaux : quelles clefs de répartition ?</i>	31
3. CONCLUSION	33
CHAPITRE 2 L'EFFET DES METHODES D'ESTIMATION DES DISTANCES ET DES DUREES DES DEPLACEMENTS SUR LA COMPARABILITE DES RESULTATS	37
INTRODUCTION	37
1. DE LA LONGUEUR DES DEPLACEMENTS A L'ESTIMATION DES INDICATEURS	37
1.1. <i>Les méthodes pour calculer la longueur des déplacements d'une enquête ménages</i>	38
1.2. <i>Des résultats contrastés</i>	42
1.3. <i>L'impact de la finesse du découpage</i>	47
1.4. <i>Conclusion</i>	49
2. LES APPORTS D'UNE AFFECTATION FINE DES TRAFICS	50
2.1. <i>Une durée surestimée sur les petits déplacements, sous estimée sur les longs</i>	51
2.2. <i>Un impact différencié sur les vitesses et les calculs d'émissions</i>	52
2.3. <i>Conclusion</i>	55
3. CONCLUSION	55
CHAPITRE 3 : LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE	57
INTRODUCTION	57
1. QUELS ENJEUX ?	57
1.1. <i>Les enjeux globaux : effet de serre et consommation d'énergie</i>	58
1.2. <i>Les enjeux locaux : bruit et pollution atmosphérique</i>	58
1.3. <i>Les enjeux en terme d'occupation de l'espace</i>	61
1.4. <i>Pour quels indicateurs ?</i>	61
2. LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES LIEES A LA MOBILITE DES LYONNAIS EN 1995	62
2.1. <i>Le calcul des émissions des deux-roues motorisés</i>	62
2.2. <i>Le calcul des émissions des transports collectifs</i>	63
2.3. <i>Le calcul des émissions des automobiles</i>	65
2.4. <i>La pollution atmosphérique liée aux transports dans l'agglomération lyonnaise</i>	70
3. EST-IL PERTINENT DE PRENDRE EN COMPTE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA PHASE DE PRODUCTION DES CARBURANTS ET DE L'ELECTRICITE ?	73
3.1. <i>La méthode d'évaluation utilisée</i>	73
3.2. <i>Comparaison entre les modes</i>	76
3.3. <i>L'impact environnemental de 10 passagers km en tenant compte de la répartition des modes</i>	77
4. L'ESPACE OCCUPE PAR LES TRANSPORTS DANS L'AGGLOMERATION LYONNAISE	78
4.1. <i>L'espace consommé par les infrastructures de transport</i>	79
4.2. <i>L'espace consommé par les modes de transports</i>	83
4.3. <i>Conclusion</i>	90
5. CONCLUSION	91

CHAPITRE 4 LA PRISE EN COMPTE DES ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES	95
INTRODUCTION	95
1. LES DEPENSES DES MENAGES POUR L' AUTOMOBILE	97
1.1. La détermination du revenu des ménages.....	98
1.2. Le coûts en carburant.....	99
1.3. Les dépenses de stationnement.....	100
1.4. Les autres dépenses liées à l'automobile : acquisition, assurance et réparations	105
1.5. Dépenses automobile des ménages lyonnais : synthèse.....	110
2. LES DEPENSES EN TRANSPORTS COLLECTIFS	112
2.1. Les déplacements en bus ou autocars.....	112
2.2. Les déplacements en taxi.....	113
2.3. Les déplacements en train	114
2.4. Synthèse des dépenses en transports collectifs des ménages lyonnais	115
3. LES DEPENSES DES MENAGES POUR LES AUTRES MODES.....	116
3.1. La marche à pied.....	116
3.2. Les deux-roues.....	116
3.3. Les autres modes	117
3.4. Synthèse.....	117
4. LES DEPENSES DE LA COLLECTIVITE.....	117
4.1. Les dépenses de voirie	118
4.2. Les dépenses publiques en offre de stationnement public hors voirie	121
4.3. Les dépenses de la collectivité en matière de transports collectifs.....	122
4.4. Dépenses de la collectivité : synthèse.....	123
5. AUTRES COÛTS LIES A LA MOBILITE DES LYONNAIS DANS LEUR AGGLOMERATION.....	124
5.1. La participation des employeurs	124
5.2. Une dernière inconnue : l'offre de stationnement des commerces.....	126
5.3. Synthèse.....	126
6. LE COÛT DE LA MOBILITE DANS L' AGGLOMERATION LYONNAISE : RESULTATS ET MESURE DES INCERTITUDES	127
6.1. L'estimation des trafics automobile.....	127
6.2. Infrastructures existantes et infrastructures nouvelles.....	128
6.3. Le coût de fonctionnement des administrations.....	128
6.4. Taxes spécifiques et TIPP.....	129
6.5. La dépense automobile des ménages.....	129
7. CONCLUSION.....	129
CHAPITRE 5 : APPREHENDER LA DIMENSION SOCIALE DES PROBLEMATIQUES DE MOBILITE DURABLE	135
INTRODUCTION	135
1. UNE FORTE CONCENTRATION DES DISTANCES DE DEPLACEMENT	136
1.1. 20% des citoyens réalisent 60% des distances, 40% n'en font que 5%.....	136
1.2. Plus forte concentration des distances chez les automobilistes et les usagers des transports collectifs	137
1.3. L'accès au volant favorise les longues distances ; le non-accès, l'immobilité et les déplacements de proximité.....	139
1.4. Qui sont les individus situés aux deux extrémités de la distribution des distances ?.....	140
2. UNE TYPOLOGIE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE DES BUDGETS-DISTANCE URBAINS	142
2.1. Méthode : Croisement de quatre critères discriminants, le statut d'activité, l'accès au volant, la localisation résidentielle, et chez les actifs motorisés, le sexe.....	143
2.2. Vingt-deux groupes aux comportements différenciés	144
2.3. Emissions produites par les différents groupes sociodémographiques en fonction du revenu du ménage	148
3. REVENU, LOCALISATION, CYCLE DE VIE DU MENAGE DISTANCES ET DEPENSES DE TRANSPORT.....	155
3.1. Revenus-dépenses, localisation-dépenses : des liens étroits	155
3.2. Les apports d'une distinction par type de ménage	163
3.3. Synthèse des enseignements issus de la désagrégation par ménage.....	176
4. CONCLUSION : QUELS INDICATEURS POUR PRENDRE EN COMPTE LA DIMENSION SOCIALE DES PRATIQUES DE MOBILITE ET LEUR REGULATION ?.....	181
CONCLUSION.....	185

BIBLIOGRAPHIE.....	189
ANNEXES	193
ANNEXE 1 : LE CALCUL DES EMISSIONS DES DEUX-ROUES A MOTEUR ET DES AUTOMOBILES	195
1. LES COURBES D’EMISSIONS UNITAIRES DES DEUX ROUES MOTORISES	195
2. LE CALCUL DES EMISSIONS AUTOMOBILES	196
ANNEXE 2 TAUX D’EMISSIONS ET BUDGETS-DISTANCE RELATIFS DE POLLUANTS DES GROUPES DE LA TYPOLOGIE INDIVIDUELLE.....	205
PLAN DU RAPPORT.....	231