



HAL
open science

Les enquêtes déplacements urbains. Réflexions méthodologiques sur les enquêtes ménages et les enquêtes régionales origine destination canadiennes

Patrick Bonnel, Michel Le Nir, Jean-Pierre Nicolas

► **To cite this version:**

Patrick Bonnel, Michel Le Nir, Jean-Pierre Nicolas. Les enquêtes déplacements urbains. Réflexions méthodologiques sur les enquêtes ménages et les enquêtes régionales origine destination canadiennes. 1994. halshs-00817461

HAL Id: halshs-00817461

<https://shs.hal.science/halshs-00817461>

Submitted on 25 Jul 2013

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.



Ministère de l'Équipement, des Transports et du
Tourisme
Direction de la Recherche et des Affaires
Scientifiques et Techniques
Décision d'Aide N°92-0005

Les enquêtes déplacements urbains

Réflexions méthodologiques sur les enquêtes ménages et les enquêtes régionales origine destination canadiennes

BONNEL Patrick

LE NIR Michel

NICOLAS Jean Pierre

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

Mai 1994

à l'Université Lumière Lyon 2 :

M.R.A.S.H. □
14, avenue Berthelot
69363 Lyon Cedex 07
Tél. 72 72 64 03

Laboratoire d'Économie des Transports
Unité Mixte de Recherche du C.N.R.S. n° 0108

à l'École Nationale
des Travaux Publics de l'État :

□ E.N.T.P.E.
rue M.-Audin
69518 Vaulx-en-Velin Cedex
Tél. 72 04 70 46

Ministère de l'Équipement, des Transports et du
Tourisme
Direction de la Recherche et des Affaires
Scientifiques et Techniques
Décision d'Aide N°92-0005

Les enquêtes déplacements urbains

Réflexions méthodologiques sur les enquêtes ménages et les enquêtes régionales origine destination canadiennes

BONNEL Patrick

LE NIR Michel

NICOLAS Jean Pierre

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

Mai 1994

Résumé

Les enquêtes ménages sont la principale source de données sur les déplacements urbains dans les agglomérations françaises. Elles suivent des objectifs et une méthodologie communs établis par le réseau CETUR/CETE depuis une dizaine d'années. Si elles permettent de répondre à de nombreux besoins, elles présentent toutefois certaines limites.

Ce constat nous a amené à dresser l'inventaire des productions de données sur les déplacements urbains dans une agglomération (Lyon). Pour chacune d'elles, nous avons analysé les objectifs et la méthodologie, puis identifié les principales limites. Ce tour d'horizon nous a conforté dans notre constat sur les limites de la production des données sur les déplacements urbains et tout particulièrement de l'enquête ménages :

- localisations trop grossières liées aux découpages utilisés et à leur non concordance entre eux,
- non prise en compte de certains déplacements, principalement routiers,
- effectifs souvent insuffisants au regard des objectifs affichés,
- périmètre d'enquête trop restreint.

Dans une deuxième étape, nous avons analysé l'enquête canadienne régionale origine destination qui semblait répondre à la plupart des critiques formulées à l'encontre des enquêtes ménages. Il s'agit d'une enquête téléphonique auprès des ménages permettant de recueillir les déplacements de la veille. Son objectif est beaucoup plus limité qu'en France. Elle répond aux besoins de planification et de gestion des déplacements et des réseaux de transports collectifs et routiers à l'échelle d'une agglomération. De ce fait, le questionnaire est beaucoup plus restreint, ce qui autorise le mode téléphonique. Son coût, dix fois inférieur à celui de l'enquête ménages, permet de multiplier par le même facteur les effectifs. L'utilisation du téléphone permet également d'élargir le périmètre d'enquête à l'ensemble de l'aire urbaine sans augmenter les coûts unitaires. La saisie directe sur ordinateur, introduite à l'occasion de la dernière enquête, permet d'améliorer la qualité de la production et d'accélérer la disponibilité des données (au plus 6 mois après la fin de l'enquête). Enfin, la codification des adresses en coordonnées x-y permet de s'affranchir de tout découpage.

La disponibilité de ces données a conduit le Professeur CHAPLEAU de l'Ecole Polytechnique de Montréal à produire le système MADITUC de planification des transports collectifs. Il s'agit d'un modèle totalement désagrégé tant sur le plan spatial (en s'affranchissant de tout découpage), que des déplacements (qui sont traités individuellement à travers toutes leurs caractéristiques (attributs des déplacements, des individus ou des ménages)). La présentation de ce système et de ses applications met en lumière les avantages de la production des données canadiennes.

Il restait alors à étudier la transposition de la méthodologie canadienne en France. Cette question nous amené à poser le problème du mode de passation du questionnaire. Le téléphone permet-il le recueil des déplacements de la veille, sous quelle condition et avec quelle qualité d'information produite ? Faut-il d'expérimentation suffisante dans ce domaine, nous avons d'abord analysé les expériences de comparaisons de mode d'enquête réalisés dans d'autres domaines, avant de revenir sur les objectifs de l'enquête ménages. Il ressort de cette analyse qu'une enquête téléphonique permet de répondre à la plupart des objectifs des enquêtes ménages, sous réserve d'une très forte contraction du questionnaire actuel. Le mode téléphonique présente certains avantages :

- coût unitaire plus faible, donc effectif accru,
- possibilité d'élargir l'aire d'enquête,
- meilleure suivi et contrôle des enquêteurs et du déroulement de l'enquête,
- facilité d'organiser une saisie directe à faible coût.

Il reste par contre controversé sur la question de l'échantillonnage (ménages non-équipés de téléphone, liste rouge, taux de refus) et de la qualité de l'information (choix du répondant, "petits déplacements", ...). Il nous semble toutefois que cette incertitude est largement compensée par les avantages cités ci-dessus et par les limites de l'enquête ménages sur ces mêmes questions.

SOMMAIRE

Résumé	
Avant propos	3
Introduction générale	5
1ère partie	7
Chapitre I Les bases de données déplacements dans l'agglomération lyonnaise	7
1 - Enquêtes ménages	8
1 - 1 Objectifs de la production des données	8
1 - 2 Méthode	9
1 - 3 Type de données produites et disponibilité des données	11
1 - 4 Enquêtes ménages à Lyon : exemple de l'enquête de 1985	11
1 - 5 Apports/limites	12
1 - 6 Conclusion : une base de données trop riche et sous-utilisée ?	14
2 - Enquête Cordon	15
2 - 1 Objectifs de la production de données	15
2 - 2 Méthode	15
2 - 3 Type et disponibilité des données produites	17
2 - 4 Apports/limites	17
3 - Comptages routiers	17
3 - 1 Objectifs de la production de données	17
3 - 2 Méthode	18
3 - 3 Type et disponibilité des données produites	19
3 - 4 Apports/limites	20
4 - Bases de données suivies par la SLTC	20
4 - 1 Enquêtes origine destination	20
4 - 2 Autres données de la SLTC	22
5 - Recensements de l'INSEE	23
6 - Conclusion	24
2ème partie	25
Chapitre II Le système MADITUC	27
1 - Cadre général des transports à Montréal	27
1 - 1 La Grande Région de Montréal	27
1 - 2 Mobilité des personnes dans la région de Montréal	28
1 - 3 Responsables des transports dans la Grande Région de Montréal	29
2 - Présentation générale de MADITUC	30
2 - 1 Approche MADITUC	30
2 - 2 Principaux modules de MADITUC : philosophie générale et outils informatiques	34
2 - 3 Partenaires de MADITUC	39
3 - Conclusion	41
Chapitre III Constitution des bases de données utilisées	43
1 - Enquêtes de Montréal	44
1 - 1 Enquête régionale origine destination	44
1 - 2 Autres enquêtes déplacements	50
2 - Enquêtes régionales origine destination de Toronto	52
2 - 1 Enquête de 1986	52
2 - 2 Enquête de 1991	55
3 - Les autres bases de données	59
3 - 1 Bases de données territoires	59
3 - 2 Bases de données réseaux	60
3 - 3 Recensement	60
3 - 4 Autres bases de données	60

4 - Conclusion	61
Chapitre IV Applications et développements envisagés	63
1 - Applications	63
1 - 1 Champs d'applications	63
1 - 2 Calibrage des fonctions d'impédance	64
1 - 3 Effets financiers des déplacements interréseaux	67
1 - 4 Analyse de corridors ferroviaires	68
1 - 5 Projet SIGGAR de localisation des arrêts	70
2 - Développements de MADITUC	71
2 - 1 MADITUC automobile	71
2 - 2 MAD(strat) ² , MADITUC marchandises	72
2 - 3 Cartographie de l'espace	73
2 - 4 Prévision de la demande de transport	73
Conclusion	74
3ème partie	75
Chapitre V Evaluation de l'enquête origine destination	75
Pour une enquête ménages par téléphone ?	
1 - Objectifs des deux enquêtes	77
1 - 1 Enquête régionale origine destination	77
1 - 2 Enquêtes ménages	78
2 - Une contrainte : un questionnaire léger	79
2 - 1 Durée de l'interview	79
2 - 2 Qualité des réponses : complexité, compréhension, cohérence	79
2 - 3 Contenu	81
3 - Echantillonnage	82
3 - 1 Base de sondage et individu statistique	82
3 - 2 Une aire d'enquête élargie au bassin d'emploi	84
4 - A propos de la précision des enquêtes	84
4 - 1 Un nombre d'enquêtes élevé	85
4 - 2 Taux de réponse	85
4 - 3 Choix du répondant	86
4 - 4 Repérage des "petits" déplacements	88
5 - Quelques spécificités de l'enquête canadienne	90
5 - 1 Repérage spatial des déplacements	90
5 - 2 Codage et saisie directe	91
Conclusions	93
1 - Le meilleur repérage spatial, un plus à transformer	93
2 - Enquête téléphonique ou face à face ?	94
2 - 1 Coût - effectif	94
2 - 2 Un questionnaire léger	94
2 - 3 Echantillonnage	94
2 - 4 Précision et qualité	95
3 - Synthèse	96
Annexes	99
Bibliographie	122
Carte d'adresse	129

Avant propos

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'une recherche financée par la DRAST (Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques) intitulée "Réflexions sur les enquêtes ménages - Propositions d'améliorations". Cette recherche (présentée de manière plus détaillée en annexe 1) visait à analyser les possibilités d'améliorer les productions de données sur les déplacements urbains et tout particulièrement l'enquête ménages dans deux directions principales :

- repérer plus finement les localisations (origine, destination, itinéraire),
- développer la connaissance des déplacements automobiles.

Toutefois, ce rapport traite essentiellement du premier objectif que nous nous sommes assignés. Dans le cadre de cette recherche, une mission était prévue au sein du Laboratoire de Planification des Transports de l'Ecole Polytechnique de Montréal. L'objet de cette mission était d'évaluer l'enquête régionale origine destination. Celle-ci nous semblait pouvoir répondre à notre objectif de meilleur repérage des déplacements.

Le résultat, grâce à l'accueil tout à fait actif du Professeur CHAPLEAU et de son équipe, a été bien au-delà de notre espoir. Non seulement, il nous a semblé que cette enquête répondait bien à notre objectif initial, mais présentait de plus des objectifs et options méthodologiques bien différentes des enquêtes ménages. Enfin, au cours de cette mission, nous avons pu mesurer l'apport du système MADITUC de planification des transports qui est intimement lié à la production des données canadienne.

Dès lors, il nous a semblé plus riche d'approfondir la comparaison des méthodologies respectives des enquêtes françaises et canadiennes. C'est l'objet de ce rapport.

Nous tenons ici à remercier chaleureusement le Professeur CHAPLEAU ainsi que toute son équipe pour la qualité de son accueil et la richesse des échanges. Nous espérons que celle-ci se retrouvera dans ce rapport. Des contacts ont également été organisés avec le Ministère des Transports du Québec et la Société des Transports de la Communauté Urbaine de Montréal, que nous tenons également à remercier pour les renseignements fournis.

Introduction générale

Les enquêtes ménages constituent la principale source de données sur les déplacements urbains. Leur méthodologie est maintenant bien établie. Elle est appliquée d'une manière identique dans toutes les agglomérations françaises depuis près de 20 ans, lorsqu'il y a cofinancement de la part de l'Etat.

Ce type d'enquêtes répond à un double objectif. Tout d'abord sur le plan local, elles sont un instrument indispensable de la planification des déplacements urbains. Ensuite au niveau national, elles contribuent aux études et recherches sur la mobilité et les conséquences des politiques locales sur les déplacements urbains. Pour autant, malgré leur richesse, elles souffrent d'un certain nombre de limites pour répondre pleinement à ces objectifs :

- les données sont insuffisamment spatialisées que ce soit au niveau des origines et destinations ou à celui des itinéraires des déplacements,
- les effectifs sont insuffisants pour mener des analyses fines sur le plan spatial ou sur certaines sous-populations,
- une partie des déplacements réalisés au sein du périmètre enquêté échappe au recueil.

On pourrait allonger cette liste, mais il nous semble qu'il s'agit là des principales faiblesses des enquêtes ménages. Voici à titre d'illustration quelques exemples de problèmes qui pourraient être mieux traités si ces limites étaient réduites :

- les modèles de prévision de trafic utilisent un découpage zonal imposé par les données et les effectifs enquêtés. Ce découpage oblige à reporter toutes les origines et destinations au centre de zone. Il s'ensuit des incertitudes importantes lors des procédures d'affectation sur les réseaux routiers ou de transports collectifs (Cf. chapitre IV, section 1-2),
- les effectifs et le repérage spatial des données sont insuffisants pour que les données puissent être utilisées dans le cadre de la gestion et de la planification des réseaux de transports en commun. Par exemple, on ne peut construire le diagramme de charge d'une ligne ou estimer précisément l'aire d'attraction d'une station, ...,
- l'analyse de sous-populations spécifiques, par exemple certains groupes résidant dans des zones de DSQ (Développement Social des Quartiers), est hypothéquée par la faiblesse des effectifs,
- l'évaluation de stratégies de régulation, tant au niveau de l'agglomération qu'à celui de quartiers ou de tronçons d'axe routier est limitée par la part du trafic non repéré par les enquêtes. Une meilleure connaissance des déplacements, notamment professionnels (livreurs, taxis, représentants, artisans, ...), réalisés au sein des agglomérations allée à un repérage plus fin sur le plan spatial permettrait d'affiner ces politiques.

Il nous semble dès lors intéressant de réfléchir aux améliorations possibles de l'enquête ménages dans le but de produire des données permettant d'affiner la connaissance des déplacements urbains. Celle-ci doit permettre à son tour de développer de nouveaux outils au service de la planification locale et de la simulation de politiques de déplacements.

Avant de proposer des améliorations des bases de données, il nous semble indispensable de balayer l'existant, c'est-à-dire d'identifier les bases de données portant sur les déplacements urbains. Ne pouvant mener cette investigation sur toute la France, nous avons décidé de porter notre effort sur l'agglomération lyonnaise.

Pour cela, nous avons rencontré les producteurs de ces bases de données. Afin d'organiser ces interviews, nous avons construit un guide d'entretien (Cf. en annexe). Il porte sur l'identification des principales missions du service concerné, les commanditaires de l'enquête, le ou les objectifs de

l'enquête, la méthodologie, les utilisations et les principaux apports ou limites de la base de données produite.

Parallèlement au repérage de l'existant, nous avons également recherché le point de vue des principaux utilisateurs des bases de données. Notre objectif était d'identifier les usages et les souhaits relatifs à ces bases de données.

Cette première phase de diagnostic de l'existant nous a conforté dans notre analyse des limites de l'enquête ménages. La deuxième phase a porté sur l'évaluation de l'enquête régionale origine destination de Montréal. Les premiers contacts que nous avons eus avec nos collègues canadiens concernant cette enquête semblaient très prometteurs. D'après les renseignements obtenus, elle répondait à plusieurs des limites de l'enquête ménages. Pour cela, nous avons effectué une mission à Montréal, où nous avons été accueillis par le professeur CHAPLEAU, qui a organisé tous les rendez-vous nécessaires à notre investigation. Nous avons repris la même grille d'entretien de manière à pouvoir comparer les deux enquêtes.

Dans une troisième étape, nous avons pu confronter cette analyse de l'enquête régionale origine destination à l'expérience et aux besoins des producteurs et utilisateurs des enquêtes ménages françaises. Nous avons organisé plusieurs réunions, notamment avec les techniciens et chercheurs lyonnais, puis avec les membres du réseau CETUR/CETE travaillant sur l'enquête ménages.

Cette méthodologie en trois étapes a été reprise pour le plan de ce rapport. La première partie traite des bases de données sur les déplacements urbains de l'agglomération lyonnaise. Dans la seconde, nous présentons l'enquête régionale origine destination canadienne à partir des exemples de Montréal et Toronto. Dans cette deuxième partie, il nous a semblé nécessaire de présenter également le système MADITUC de planification des déplacements qui a été bâti autour des données de l'enquête canadienne. Les potentialités de l'approche canadienne apparaissent ainsi de manière plus explicite. Enfin la troisième partie traite de l'évaluation de l'enquête régionale origine destination comparativement aux enquêtes ménages.

1ère partie, Chapitre I

Les bases de données déplacements dans l'agglomération lyonnaise

A travers un exposé des objectifs et des méthodologies de recueil des informations concernant les déplacements dans l'agglomération lyonnaise, ce chapitre est consacré à une réflexion sur la pertinence des principales bases de données recensées à Lyon lorsqu'elles doivent répondre à un objectif de planification.

L'un des principaux usages de ces bases "déplacements" sur l'agglomération lyonnaise concerne la prévision du trafic. L'enquête ménages, avec l'enquête Cordon et les comptages routiers, sert au calibrage du modèle DAVIS d'affectation du trafic utilisé pour le domaine routier par le CETE de Lyon. Le modèle TERESE utilisé pour les déplacements en transports collectifs par la SEMALY est alimenté pour sa part grâce aux enquêtes origine destination (O-D) de la SLTC (Société Lyonnaise de Transport en Commun).

Notre investigation sur les données produites sur les déplacements dans l'agglomération lyonnaise porte donc sur ces bases de données, ainsi que sur trois autres sources d'informations produites avec d'autres finalités. Elles permettent de compléter notre connaissance des déplacements :

Domaine	Nom de l'enquête	Données produites
Données Générales	Enquêtes ménages	Ensemble des déplacements sur une journée des personnes d'un ménage de l'agglomération lyonnaise
Route	Enquêtes cordon	Déplacement routier (voiture, poids lourds) traversant un cordon entourant l'agglomération
	Comptages	Passage en un point donné de la voirie
Réseau Transport Collectif	Enquêtes O-D	Déplacement sur le réseau SLTC
	Oblitérations Ventes de titres	Montée avec ticket sur une ligne donnée Indication globale de fréquentation du réseau
	Enquêtes ponctuelles	Divers...
Déplacements domicile-travail	Recensement INSEE (fichiers Mirabel)	Déplacements domicile-travail entre communes et arrondissements

Au premier abord, les 7 bases de données qui découlent de ces différents recueils semblent couvrir l'ensemble des déplacements et donc permettre de répondre à l'objectif de planification évoqué précédemment. Les enquêtes ménages donnent une vision générale des déplacements des lyonnais. Les déplacements routiers sont couverts d'une façon plus spécifique par les enquêtes cordon et les données de comptages. Ceux en transports collectifs le sont par les enquêtes origine destination (O-D) et les données sur les oblitérations et les ventes de titres. Enfin, on dispose de

fichiers Mirabel, sous-produit des recensements de l'INSEE, donnant des informations sur les déplacements pendulaires entre le domicile et le lieu de travail.

Cependant, lorsqu'on se penche plus en détail sur ces bases de données, on se rend compte qu'elles ont été constituées par des organismes dont les objectifs diffèrent parfois sensiblement. De plus, elles ne permettent pas de lever les limites que nous avons présentées en introduction générale relative à l'enquête ménages. Aussi il s'avère nécessaire de s'attacher à chacune de ces bases pour en exposer la ou les logiques qui les sous-tendent, les méthodes de recueil utilisées ainsi que leurs avantages et leurs limites avant de dresser le bilan des limites générales de l'ensemble.

1 - Enquêtes ménages

Les enquêtes ménages sont effectuées tous les 10 ans environ dans la plupart des grandes agglomérations françaises. Elles se font auprès de ménages résidant au sein de l'agglomération considérée. Elles recensent tous les déplacements effectués la veille du jour d'enquête par chacune des personnes de plus de cinq ans du ménage enquêté.

Elles sont effectuées sous contrôle technique du CETUR qui intervient à tous les niveaux de la production des données :

- assistance et suivi technique lors de la préparation et de la réalisation des enquêtes de manière à garantir une certaine cohérence entre celles-ci,
- exploitation informatique standard des données de base (ménages, personnes, déplacements,...),
- diffusion des résultats aux organismes habilités,
- mise à disposition de certains fichiers pour des études ou recherches spécifiques.

Depuis 1976, leur financement est assuré en partie par les administrations centrales, et en partie par les organismes locaux (villes, groupements de communes, agences d'urbanisme, syndicats de transport en commun,...).

1 - 1 Objectifs de la production des données

Le principal objectif des enquêtes ménages est de fournir une base de données aidant à la réflexion dans le domaine de la planification des déplacements urbains. Elles sont donc conçues pour disposer d'une connaissance fine de la structure des déplacements et pour permettre la recherche de leurs déterminants, tout en assurant une bonne fiabilité des résultats.

Depuis 1976, cette réflexion est envisagée à un double niveau, national et local.

L'exigence nationale se traduit par une méthodologie d'enquête identique dans toutes les agglomérations et, au niveau du questionnaire, par l'existence d'un tronc commun, fixe quels que soient la date et le lieu de l'enquête. Le respect de ces contraintes est contrôlé par le CETUR. Elles rendent possible les comparaisons entre les différentes agglomérations françaises ainsi que les analyses sur l'évolution dans le temps de la mobilité. *"On peut ainsi aborder les thèmes suivants :*

- *la comparaison entre elles des agglomérations. Qu'est-ce qui ressort des "tendances lourdes", et qu'est-ce qui est la conséquence des politiques locales de transport? Ceci est fondamental pour juger de l'efficacité d'une politique de transport,*
- *l'évolution dans le temps d'une agglomération. L'exemple le plus illustratif est Grenoble, qui est la seule agglomération de province à avoir eu quatre enquêtes ménages (1966, 1973, 1978, 1984 [5 à ce jour avec l'enquête de 1992]). Les enquêtes ménages sont également tout à fait fondamentales pour juger de l'impact d'une infrastructure lourde de transport (rocade, métro, tramway, ...)." (CETE, CETUR, 1989)*

Les promoteurs locaux peuvent ensuite, en fonction de leurs propres centres d'intérêts, rajouter des questions ou affiner certaines modalités (sous condition de pouvoir retrouver les modalités originelles par réagrégation). Ils complètent souvent l'enquête par un questionnaire dit "complémentaire". Les enquêtes ménages contribuent ainsi à alimenter de nombreuses études et réflexions sur le fonctionnement des agglomérations, sur leur planification. A ce niveau, l'objectif de

ces enquêtes devient multiple : construction de matrices origine destination des flux routiers alimentant les modèles de trafic pour les DDE et les CETE, études marketing pour les gestionnaires des réseaux de transports collectifs, relations urbanisme / mobilité pour les agences d'urbanisme, opinions et aspirations des électeurs pour les hommes politiques locaux, etc.

Ainsi, sur le plan local l'enquête ménages de Lyon réalisée en 1986 avait pour objectif de :

- " - donner la possibilité d'analyses spécifiques dans le cadre de modélisation,
- constituer une source de données pour tous les partenaires locaux et les diverses études qui en résultent (clientèle des transports collectifs, stationnement, perception du vécu des transports, etc.),
-,
- mesurer et analyser les caractéristiques des ménages,
- mesurer et analyser les caractéristiques individuelles de perception et de fréquentation de divers types d'activités et d'équipements,
- mesurer et analyser les caractéristiques détaillées des comportements des individus, eu égard à la mobilité et au choix des modes de déplacement,
- mesurer et analyser les "parts de marché" des différents modes de transport,
- mesurer la valeur d'indicateurs globaux concernant les déplacements habituels des personnes, afin de permettre, entre autre, une comparaison avec les mêmes indicateurs mesurés lors des enquêtes précédentes,
- mesurer et comparer ces mêmes indicateurs entre villes ayant réalisé une enquête ménages identique,
- appréhender et analyser les attitudes, les opinions, les habitudes des ménages intéressés directement ou indirectement par l'usage des différents modes de transport et plus particulièrement par l'usage des transports collectifs depuis la mise en service du métro lyonnais." (CETE de Lyon, 1986)

Cette multiplicité d'objectifs confère toute leur richesse aux bases de données tirées des enquêtes ménages. En contrepartie, ces données sont parfois difficilement exploitables du fait de réflexions méthodologiques un peu trop hâtives ou d'objectifs mal posés (nous aurons l'occasion de revenir sur cette question dans les lignes qui suivent).

1 - 2 Méthode

Comme nous venons de le dire, ces enquêtes reposent sur une méthodologie commune contrôlée par le CETUR. L'échantillonnage doit être représentatif de la population de l'agglomération et être de taille suffisante pour assurer une certaine fiabilité des résultats. Les enquêtes sont réalisées au domicile des ménages et toutes les personnes de plus de 5 ans doivent être interrogées individuellement. Enfin, tous les déplacements effectués la veille de l'enquête sont recensés avec leur caractéristiques (et notamment le ou les modes utilisés).

1 - 2.1 Echantillonnage

Ces enquêtes portent sur un échantillon constitué par tirage aléatoire de ménages résidents à l'intérieur du périmètre de l'agglomération enquêtée. Celle-ci est découpée en plusieurs zones à l'intérieur desquelles s'effectue le tirage : à chaque zone correspond donc un taux de sondage différent qui permet de disposer d'une population représentative, au niveau de ces zones dans un premier temps, et au niveau de l'agglomération ensuite.

La taille de cet échantillon traduit un compromis entre le coût de l'enquête et un minimum de précision statistique requis. La précision des résultats évolue comme la racine carrée de la taille de l'échantillon. En effet la précision d'un résultat ne dépend pas du taux de sondage, mais du nombre d'enquêtes en valeur absolue. Il faut donc un minimum d'enquêtes à l'intérieur de chaque zone. Par exemple, à Lyon en 1985, 50 ménages par zone ont été interrogés avec une surreprésentation en certains endroits comme le campus universitaire de La Doua, le long de la ligne D du métro et dans certains quartiers DSQ.

1 - 2.2 Questionnaires

Les caractéristiques des déplacements sont appréhendées par des interviews au domicile auprès des ménages par des enquêteurs spécialisés. Toutes les personnes de plus de cinq ans composant le ménage sont interrogées individuellement. Tous leurs déplacements de la veille, quel que soit le mode de transport, sont recensés avec leurs principales caractéristiques. Cette lourdeur implique un temps de recueil très long (en moyenne 1h1/2 par ménage).

Le tronc commun du questionnaire assurant la comparabilité des enquêtes ménages entre elles est constitué de trois parties (Cf. en annexe) :

- un questionnaire "ménage" qui décrit les caractéristiques du ménage. Le questionnaire standard du CETUR comprend, outre les identifiants et reports, 3 grandes rubriques, composition du ménage (2 questions), motorisation (6 questions) et divers (5 questions),
- un questionnaire "personne" qui comprend des questions sur les déterminants sociologiques de la personne (7 questions dans le questionnaire CETUR), sur les déplacements domicile travail ou école (4 questions), le stationnement (2 questions) ainsi que des questions "d'habitude" d'usage des modes de transport (8 questions),
- un questionnaire "déplacements" qui comprend pour chaque personne, la description détaillée de tous ses déplacements de la veille : type de trajet, zone origine et de destination, motif du déplacement à l'origine et à la destination plus éventuellement personnes accompagnées, heure de départ et d'arrivée, durée du déplacement, mode de transport et titre de transport s'il s'agit d'un déplacement effectué en transports collectifs (18 questions).

Lorsqu'un questionnaire complémentaire est rajouté, il est le résultat d'un compromis entre les différents partenaires ayant participé au groupe de travail chargé d'élaborer l'enquête. A des questions sur des sujets d'intérêts locaux s'ajoutent des questions d'opinion, d'attitude, de satisfaction ou des questions ouvertes. En général, une personne de plus de 16 ans du ménage est tirée au sort pour être interrogée.

A Lyon en 1985, le groupe de travail comprenait les partenaires suivants :

- AGURCO (Agence d'Urbanisme de la COURLY),
- CCIL (Chambre de Commerce et d'Industrie de Lyon),
- CETE (Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement) de Lyon,
- CETUR (Centre d'Etudes des Transports Urbains),
- COURLY (Communauté Urbaine de la Région Lyonnaise),
- DDE (Direction Départementale de l'Equipement) du Rhône,
- INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques),
- LPA (Lyon Parc Auto),
- SEMALY (Société d'Economie Mixte du Métropolitain de l'Agglomération Lyonnaise),
- SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer),
- SLTC (Société Lyonnaise de Transport en Commun),
- Ville de Lyon.

Si la multiplicité des partenaires peut être riche sur le plan de la réflexion globale sur les objectifs de l'enquête, en revanche elle peut conduire à l'inflation du nombre de questions. Ainsi le questionnaire complémentaire, qui a d'ailleurs du être divisé en deux parties, ne comporte pas moins d'une centaine d'items.

1 - 2.3 Découpage géographique

Lors de l'élaboration des questionnaires, le maximum de compatibilité est recherché entre le découpage de l'enquête et les autres découpages existants (découpages d'études, limites administratives, découpages INSEE...).

Le découpage sur lequel sont codées les origines et les destinations des déplacements peut-être beaucoup plus fin que le découpage correspondant à l'échantillonnage. On distingue donc le

découpage "de tirage" qui doit être le découpage d'exploitation, et le découpage de "codification" qui préserve des extensions futures mais qui doit être manipulé avec beaucoup de précautions.

1 - 3 Type de données produites et disponibilité des données

Etant donné l'ampleur du questionnaire, les données produites sont multiples. Si nous nous limitons au cas de Lyon, l'enquête ménages de 1985 a donné lieu à diverses publications dont notamment :

- les sorties standards du CETUR, simples tris à plat ou tris croisés, qui sont effectuées systématiquement après chaque enquête ménages,
- une série de "cahiers" et de "fiches" publiés par la DDE et le SYTRAL au fur et à mesure du dépouillement des résultats de l'enquête,
- un document de synthèse destiné au grand public publié par le SYTRAL.

Il faut également noter que le SYTRAL a mis à libre disposition les fichiers résultants des enquêtes ménages de 1975 et 1985. Du fait de la lourdeur des calculs, de nombreux organismes continuent à sous-traiter leurs résultats à la DDE ou au CETE de Lyon.

1 - 4 Enquêtes ménages à Lyon : exemple de l'enquête de 1985

L'agglomération lyonnaise dispose de plusieurs enquêtes ménages effectuées en 1965, 1975 et 1985. Nous présentons à titre d'exemple l'enquête de 1985.

La maîtrise d'ouvrage de l'enquête de 1985 a été confiée au SYndicat des Transports en Commun de l'Agglomération Lyonnaise (SYTRAL) tandis que la Direction Départementale de l'Équipement du Rhône assurait la conduite d'opération et le CETE de Lyon la réalisation de l'enquête, en collaboration avec l'INSEE.

Outre la DDE et le CETE, on trouve parmi les principaux utilisateurs la COURLY (Agence d'Urbanisme, Mission Déplacements et Service de régulation des feux), la Société d'Économie Mixte du Métropolitain de l'Agglomération Lyonnaise (SEMALY), la Chambre de Commerce et d'Industrie de Lyon (CCIL), le Laboratoire d'Économie des Transports (LET), ...

Le tirage de l'échantillon assuré par l'INSEE a été effectué sur le fichier recensement de la population, réalisé en 1982 par l'INSEE. 8.400 ménages ont été "contactés" pour réaliser 5.000 enquêtes "exploitables" et disposer ainsi d'un taux d'échantillonnage d'environ 1% des ménages résidant sur le périmètre enquêté. Le taux de refus a été maintenu à 13 % comme pour l'enquête précédente. En revanche, dans certains quartiers, comme les Z.U.P. ou les quartiers en rénovation, les rebus liés à un fort taux de rotation des habitants ont été élevés.

Ces enquêtes ont été réalisées au cours de 14 semaines (du 26-11-85 au 14-12-85, du 7-1-86 au 21-2-86, du 4-3-86 au 28-3-86) par 130 enquêteurs (80 d'entre eux constituant le noyau dur). 35 % d'entre eux étaient professionnels (dont 10 % de l'INSEE). Les autres étaient étudiants ou d'origine diverses. Le coût externe s'est élevé à 3 millions de francs et, au total, le coût a été estimé à environ 1.000 francs par ménage.

Le périmètre enquêté correspond à celui du Schéma Directeur de l'Agglomération Urbaine de Lyon et déborde un peu les limites de la Communauté Urbaine (notamment au Sud Est). Les découpages retenus sont les suivants :

- D230 (découpage de codification),
- D89 (découpage d'échantillonnage),
- D33,
- D4,
- D18 qui permet la comparaison avec l'enquête de 1975.

1 - 5.1 Enquête sous-estimant les déplacements

L'enquête ménages ne porte que sur les déplacements des résidents de l'aire considérée. De plus, elle ne concerne pas les déplacements à motif professionnel. Une part non négligeable des déplacements effectués dans l'agglomération chaque jour échappe donc à ce recensement :

- le trafic de transit n'est pas pris en compte,
- le trafic d'échange entre l'agglomération et l'extérieur n'est appréhendé que lorsqu'il concerne les résidents du périmètre d'enquête. Ainsi le trafic émis quotidiennement par les communes du bassin d'attraction de l'agglomération lyonnaise qui sont situées hors du périmètre d'enquête n'est pas appréhendé par cette enquête,
- les déplacements professionnels sont ignorés, ce qui fausse considérablement l'image des trafics routiers en évacuant les déplacements de ceux dont le métier consiste à se déplacer tels que les chauffeurs de taxis, les livreurs, les représentants...
- les personnes résidant temporairement à Lyon (hôtels, lieu de séjour, ...) ne sont pas enquêtées.

D'autres types d'enquêtes que nous allons évoquer plus loin (comptages et enquêtes cordon notamment) permettent en partie de réajuster les résultats obtenus. Mais les méthodologies d'enquête et les renseignements recueillis sont différents. Lorsque l'on exploite des chiffres issus des enquêtes ménages, il faut toujours garder à l'esprit que celles-ci ne sont représentatives que des déplacements non professionnels des résidents de l'agglomération concernée.

1 - 5.2 Echantillonnage

Lorsque l'on veut faire une étude sectorielle un peu poussée, en se restreignant à un mode, un motif ou un type particulier d'individu, les données deviennent rapidement statistiquement insuffisantes. En effet, même si l'on dispose de 40.000 déplacements (cas de Lyon pour l'enquête de 1985), l'individu statistique de base ayant servi à l'échantillonnage reste le ménage. Or le rapport ménages / déplacements est de 1 pour 8. Lorsque l'on veut travailler sur des catégories spécifiques ou des zones précises, ce nombre de ménages concernés devient rapidement statistiquement non représentatif (il en faut au moins 30 pour que l'hypothèse de distribution normale de la population puisse être posée et que l'on puisse commencer à calculer des intervalles de confiance) alors que le nombre de déplacements analysés semble encore confortable (il en faut au moins $8 \times 30 = 240$ si l'on tient compte des effets de grappes liés au fait que l'on travaille sur les ménages, les personnes constituant ces ménages et les déplacements effectués par ces personnes).

On trouvera en annexe un tableau apportant quelques indications sur la précision statistique des résultats. Ce problème de fiabilité statistique est rencontré par exemple par l'Agence d'Urbanisme qui travaille souvent sur des études localisées. Elle ne peut, de ce fait, pas toujours exploiter les informations fournies par les enquêtes ménages et susceptibles de l'intéresser. De même une meilleure fiabilité statistique à l'aide d'échantillons plus importants permettraient l'étude de lignes de transports collectifs. On pourrait construire des diagrammes de charge, étudier la répartition de la demande dans le temps, analyser les caractéristiques de la clientèle et les comparer aux usagers de la voiture particulière effectuant les mêmes O-D, ... Toutefois, en l'état actuel des effectifs l'enquête ménages ne peut être utilisée pour cet objectif.

1 - 5.3 Des localisations trop grossières

La localisation des déplacements reste très frustrée. Les itinéraires sont inconnus et les origines et destinations sont approximées à des centres de zones.

Cette imprécision spatiale des déplacements conduit à de fortes incertitudes lors des calculs d'affectation du trafic. De plus, elle limite les analyses sur la concurrence intermodale VP/TC basée sur une approche en termes de coûts généralisés moyens par zone, car on ne peut établir d'estimation précise sur l'accessibilité aux transports collectifs. Un exemple d'application du système MADITUC présenté au Chapitre IV, section 1-2 illustre l'incertitude introduite par les découpages zonaux. Nous n'insistons pas sur cette dimension pourtant fondamentale dans la mesure où nous la développons abondamment dans la suite de ce rapport.

1 - 5.4 Un découpage très contraignant

En plus d'une image spatiale grossière des déplacements, les découpages ne sont pas sans poser certains problèmes. La recherche d'une compatibilité avec les découpages administratifs classiques se heurte aux découpages utiles pour les réseaux de transports, notamment les transports collectifs. En effet, ces derniers sont élaborés à partir de centroïdes constitués par des arrêts de bus ou des stations de métro. Ils sont malheureusement souvent situés à la frontière de deux zones de l'enquête ménages qui utilisent souvent les axes routiers pour délimiter son zonage.

Par ailleurs, les découpages utilisés pour l'enquête ménages, ne sont pas toujours les mêmes que ceux servant à la codification d'autres enquêtes. Ce problème apparaît par exemple pour le calibrage du modèle DAVIS. Il nécessite l'utilisation des enquêtes ménages et Cordon, ainsi que des comptages routiers. La génération des trafics s'appuie pour sa part sur les prévisions démographiques et urbanistiques qui sont réalisées sur des découpages partiellement différents. Pour les transports collectifs, le problème est comparable avec un découpage utilisé par le modèle TERESE qui est différent de celui de l'enquête ménages de Lyon. Pour retrouver un découpage commun compatible entre toutes ces enquêtes, il est souvent nécessaire de procéder à des agrégations de zones. Celles-ci peuvent conduire jusqu'au découpage administratif en commune ou arrondissement pour la ville de Lyon.

1 - 5.5 Problèmes liés au périmètre d'enquête

En premier lieu l'enquête ménages se concentre sur un périmètre qui peut sembler parfois trop limité. Par exemple, en 1985, l'enquête ménages de Lyon était limitée au SDAU (Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) de Lyon, un peu plus large que la COURLY. Toutefois ce périmètre reste plus restreint que celui de l'aire d'attraction de l'agglomération. L'analyse des migrations alternantes montre que le bassin d'emploi de Lyon est beaucoup plus vaste et, surtout, que c'est sur les limites extérieures de la COURLY que les évolutions en matière de mobilité sont les plus importantes (LE NIR, ROUTHIER, TABOURIN, 1992).

Par ailleurs ce périmètre ne correspond pas tout à fait à celui utilisé par l'enquête Cordon :

- certaines communes sont prises en compte par les deux enquêtes. Dans ce cas, la connaissance des adresses de domicile permet d'amender les résultats ;
- d'autres communes ne sont prises en compte par aucune des deux enquêtes. Leur trafic doit alors être estimé par analogie avec des communes comparables situées en bordure de périmètre, notamment pour le calibrage du modèle DAVIS.

1 - 5.6 Questionnaire d'opinion

On peut s'interroger sur la portée des questionnaires complémentaires et se demander si ils n'ont pas tendance à alourdir l'ensemble de l'enquête pour des résultats dont les enjeux sont parfois limités. Leurs résultats restent sous-utilisés, les questionnaires sont parfois vivement critiqués, tant dans leur forme que dans leur fond (TABARD, CHATEAU, 1987)

1 - 6 Conclusion : une base de données trop riche et sous-utilisée ?

La base de données obtenue à partir de ces enquêtes est relativement lourde et complexe à manier. Elle est constituée de trois fichiers différents concernant les informations relatives aux ménages, celles relatives aux personnes et enfin la description des déplacements. Si l'on reprend l'exemple de l'enquête lyonnaise de 1985, ces fichiers se composent respectivement d'environ 5000 ménages, 10.000 personnes et 40.000 déplacements.

Cette lourdeur a conduit à une certaine sous-utilisation de la base qui n'a essentiellement servi, dans le cadre lyonnais, qu'à fournir des chiffres généraux sur les partages modaux et la base de la matrice O-D du modèle DAVIS. Cependant, la mise à libre disposition de la base par le SYTRAL ainsi que la levée des contraintes techniques d'exploitation des données grâce à la micro-informatique peuvent laisser présager une utilisation plus intensive des informations qu'elle contient. Certains organismes en ont aujourd'hui un usage régulier comme la SEMALY qui exploite directement et pour

son propre compte les fichiers des enquêtes ménages de 75 et 85. D'autres commencent à s'y intéresser, comme la SLTC pour effectuer des études de marketing. On peut toutefois s'interroger, compte tenu des utilisations actuelles, sur la nécessité de maintenir un questionnaire aussi volumineux, qui limite les méthodologies d'enquêtes envisageables. De plus, un questionnaire plus restreint permettrait d'augmenter la taille de l'échantillon et donc la précision des analyses effectivement réalisées à partir de l'enquête ménages.

2 - Enquête Cordon

Cette enquête s'intéresse aux déplacements routiers qui sortent de l'agglomération lyonnaise et donne ainsi une image des flux d'échange et de transit.

Elle est conduite par la Direction Départementale de l'Équipement dans le cadre de sa compétence sur les voiries nationales et départementales. Elle est financée par le Ministère de l'Équipement, le Conseil Régional, le Conseil Général du Rhône et la COURLY.

2 - 1 Objectifs de la production de données

L'objectif premier de cette enquête est de contribuer à la réflexion sur les grands investissements routiers autour de l'agglomération lyonnaise en fournissant des données sur le trafic sortant de l'agglomération. On obtient ainsi les trafics de transit et d'échanges sur les principales voies d'accès.

Réalisée tous les 10 ans environ, elle permet de réactualiser périodiquement les connaissances sur les déplacements routiers. Elle complète les comptages effectués sur le réseau routier et fournit les origines, les destinations et les motifs des déplacements enquêtés. Ces données servent également à compléter les informations fournies par l'enquête ménages pour caler le modèle de trafic DAVIS.

2 - 2 Méthode

Les données sont recueillies par questionnaires administrés aux chauffeurs des véhicules en arrêtant ceux-ci au bord de la chaussée au niveau du cordon. Ces questionnaires sont différents selon le type de véhicules concernés (véhicule léger, poids lourd, car). Compte tenu du mode d'enquête sur voirie, ils sont nécessairement courts. Ils comportent les renseignements suivants :

- date, heure et lieu d'enquête,
- lieu d'immatriculation (département ou pays),
- lieu de résidence,
- origine, destination,
- motif à l'origine et à la destination,
- fréquence du déplacement,
- nombre d'occupants du véhicule,
- itinéraire dans Lyon (par repérage d'axes ou de noeuds importants) + axe de pénétration dans Lyon pour le transit,
- identification de points dangereux et évaluation de la signalisation,

et pour les poids lourds :

- nature, poids,... des marchandises transportées.

Les enquêtes se déroulent en sortie d'agglomération les mardi, mercredi ou jeudi, de 6h00 à 20h00 (et sur 24h00 pour les poids lourds sur autoroute). En heure creuse, tous les véhicules sont enquêtés. Par contre, en heure de pointe, seule une partie des véhicules est enquêtée pour limiter les perturbations du trafic. Des comptages exhaustifs sont réalisés pour redresser les données.

Cette enquête est réalisée à peu près tous les 10 ans. Les trois dernières l'ont été en 1990, 1979 et 1965.

En 1990, 45.000 conducteurs ont été interrogés en mai et juin. Le cordon comportait 36 postes d'enquêtes situés en limite d'agglomération, en général un peu au-delà des frontières de la COURLY. Pour les autoroutes, les postes d'enquêtes étaient situés aux barrières de péage. La DDE et le CETE estiment que 90% du trafic sortant de l'agglomération passe par ces postes.

Le zonage est défini par les arrondissements pour Lyon, par les communes pour le reste de la France et par les pays pour l'étranger.

Les frontières de l'enquête cordon de Lyon en 1990



Source : CETE de Lyon, DDE du Rhône (1992)

2 - 3 Type et disponibilité des données produites

L'ensemble des informations recueillies est stocké au CETE de Lyon. Diverses statistiques sur les flux d'échange et de transit par voie d'accès sont directement disponibles sur fichiers informatiques. La plupart de ces résultats sont fournis selon un zonage plus grossier, défini par commune et arrondissement pour Lyon, à l'intérieur du périmètre du cordon, et par 49 zones externes délimitées en fonction des bassins versants des axes routiers d'entrée-sortie de l'agglomération et des découpages administratifs.

2 - 4 Apports/limites

2 - 4.1 Découpage

Les limites sont analogues à celles de l'enquête ménages. Le découpage de l'agglomération par arrondissement ou communes ne permet pas d'identifier la localisation de l'origine ou de la destination qui sont de ce fait ramenées aux centroïdes de zone. Des erreurs peuvent en résulter lors des affectations de trafic.

Les découpages de l'enquête cordon sont plus grossiers que ceux de l'enquête ménages bien que l'on puisse établir des tables de correspondance en réagrégeant les zones de cette dernière.

Comme on peut le constater en comparant la carte de l'enquête ménages de 1986 et celle de l'enquête cordon de 1990, la localisation des cordons ne correspond pas nécessairement aux limites du périmètre des enquêtes ménages. Il existe des superpositions entre les deux enquêtes et à l'inverse des espaces exclus.

2 - 4.2 Itinéraire

La dernière enquête a permis d'introduire pour la première fois des renseignements sur les itinéraires empruntés par les véhicules. Le recueil est effectué en demandant à l'enquêté d'indiquer les principaux points de passage dans l'agglomération (à partir d'une liste préétablie de lieux clés dans l'agglomération). Toutefois, cette information n'a pas semble-t-il été encore traitée. De plus, elle semble insuffisante pour pouvoir reconstituer les itinéraires réellement empruntés par les enquêtés.

2 - 4.3 Non simultanéité avec l'enquête ménages

Les deux enquêtes ne sont pas réalisées en même temps, ce qui limite les applications nécessitant l'utilisation des deux enquêtes, comme par exemple pour le calibrage du modèle DAVIS.

3 - Comptages routiers

Les comptages routiers permettent simplement de recenser le nombre de véhicules passant dans un sens et dans l'autre à un endroit donné du réseau routier.

Plusieurs services effectuent des comptages sur les voiries du territoire de la COURLY :

- la CDES (Cellule Départementale d'Exploitation et de Sécurité) de la DDE du Rhône (Direction Départementale de l'Équipement),
- la Ville de Lyon,
- la COURLY.

Ces trois organismes en assurent le financement et la maîtrise complète.

3 - 1 Objectifs de la production de données

Les comptages permanents permettent de suivre les volumes des trafics sur les axes concernés. Ces données permettent de recalibrer les modèles (notamment DAVIS) utilisés par le CETE de Lyon. L'objectif est de prévenir, dans la mesure du possible, la congestion par des mesures de

gestion du trafic ou la programmation des investissements nécessaires. Ces données peuvent aussi servir à définir les classes de trafic, même si cette application est plutôt réservée aux routes interurbaines.

Les comptages occasionnels répondent plutôt à des besoins d'études plus ponctuels.

La dernière catégorie de comptage résulte du système de régulation des feux de la COURLY. Le comptage est ici un outil au service de la régulation en temps réel des axes urbains équipés.

3 - 2 Méthode

3 - 2.1 Comptage de la CDES

- La CDES dispose de comptages permanents sur la plupart des pénétrantes dans Lyon :
- Autoroutes A6 (Tunnel Fourvière), A7 (Ternay), A42 (Vaux-en-Velin), A43 (Parilly), A45 (Les Barolles), A46 (Sermenaz), A47 (Givors),
 - RN6 (Villefranche, tunnel Croix-Rousse, St-Bonnet-de-Mure), RN7 (Charbonnière, Feyzin), ex RN83 (Rillieux), ex RN84 (Rillieux), RN86 (Sud Brignais), Périphérique (Doua, trémie Villeurbanne, St-Fons),
 - RD42 (Brignais), RD51 (Quincieux), RD300 (St-Priest), RD407 (Montée de Choulans), RD433 (Genay), RD518 (Toussieu).

Des postes de comptages secondaires sont également posés sur certains axes du Département (voiries départementale et nationale). Les comptages sont réalisés pendant 4 semaines dans l'année.

Elle réalise également des comptages occasionnels en des lieux variables en fonction des besoins d'études de la DDE ou des collectivités lui passant commande.

3 - 2.2 Comptage de la ville de Lyon et de la COURLY

Jusqu'en avril 1991, la Ville de Lyon ne disposait pas de postes de comptage permanents. Depuis cette date, elle dispose de 7 postes de comptage et doit développer à l'avenir une politique en la matière. Elle réalise par contre des comptages occasionnels en fonction de ses besoins d'étude. Ainsi en 1989, une campagne de comptage a été menée sur les entrées-sorties dans la presqu'île au niveau des ponts (Rhône et Saône), de l'axe Nord-Sud, des quais de Saône et des pentes de la Croix-Rousse.

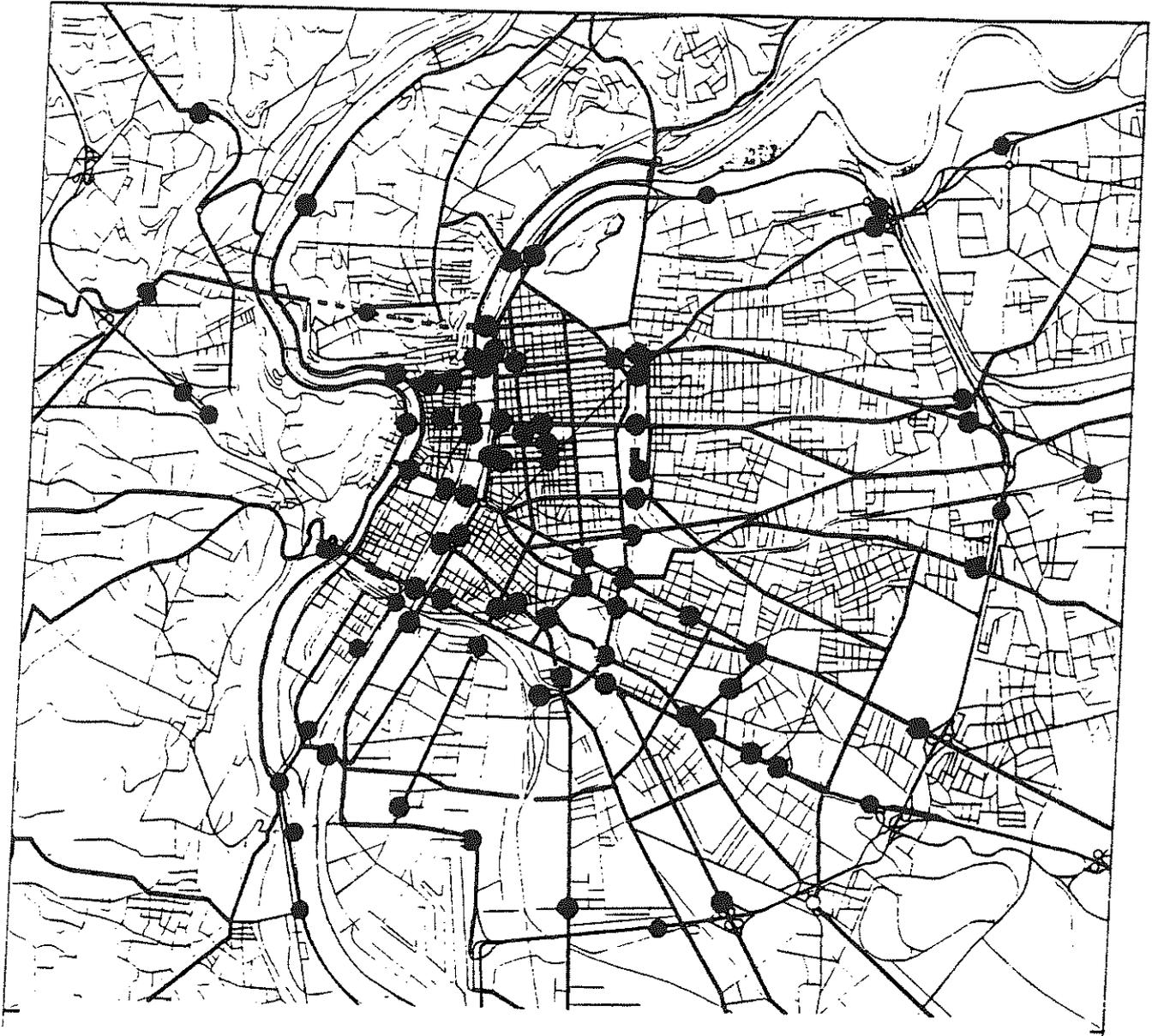
Le service des comptages de la COURLY ne dispose pas de postes de comptage permanents. La COURLY ne semble pas pour le moment intéressée à s'équiper en postes permanents. Comme pour les autres services des comptages occasionnels sont réalisés pour les besoins d'études spécifiques.

La COURLY et la Ville de Lyon ont mis en place un système de régulation des feux sur certains axes de la Ville de Lyon :

- Av. Berthelot,
- Av. Mermoz,
- Axe Nord-Sud,
- Rue Servient,
- Rue Bonnel,
- Cours Lafayette,
- Rue Duquesne,
- ainsi que quelques carrefours à feux proches de ces voiries.

Le réseau équipé doit être progressivement étendu, notamment sur la presqu'île et les 3^{ème} et 6^{ème} arrondissements.

Les postes de comptage permanents dans la COURLY



Source : CETE de Lyon, in COURLY (1992)

Ce système fournit des données de comptage au niveau des voies pénétrant dans le carrefour. Les données ne sont pas disponibles pour chaque voie de circulation, mais pour l'ensemble des voies pénétrant dans le carrefour. Chaque poste de comptage permet d'avoir des comptages directionnels. Certains postes peuvent distinguer le trafic léger des poids lourds.

3 - 3 Type de données produites et disponibilité de données

Les comptages fournissent les flux par sens et par tranche d'une demi-heure (pour les comptages issus de la régulation des feux, il est possible d'avoir des tranches horaires plus courtes). Certains postes de la CDES fournissent également le pourcentage de poids lourds.

Pour la CDES, les données de comptages permanents sont disponibles depuis 1982. Dans les autres services, les données sont par contre disponibles sur des périodes plus courtes.

L'ensemble de ces données est disponible sur listings. Seules les données de la CDES et du service de régulation des feux sont disponibles informatiquement.

3 - 4 Apports/limites

Ces données permettent de suivre le trafic au niveau des postes de comptages permanents. La disponibilité de données sur longue période permet d'identifier la saisonnalité des trafics et les tendances d'évolutions annuelles. Toutefois, pour le moment, seules les données de la CDES remplissent cette condition.

Par rapport aux autres enquêtes déplacements, les comptages fournissent l'avantage d'être exhaustifs. Tous les véhicules quels qu'ils soient sont repérés, ce qui permet d'avoir une bonne image (sous réserve de la fiabilité des postes de comptage) du trafic passant au point de comptage. Toutefois, la contrepartie de cette exhaustivité est une information extrêmement pauvre. On ne dispose d'aucune information sur le déplacement concerné ni sur la ou les personnes qui le réalisent. On ne peut donc pas reconstituer des O-D, mais seulement contribuer au calibrage des modèles sous certaines hypothèses.

L'information recueillie permet de suivre la charge de l'infrastructure dans le temps. Toutefois, en situation proche de la saturation, l'absence de renseignements sur la vitesse, ne permet pas de situer la zone de la courbe débit-vitesse dans laquelle on se trouve. C'est-à-dire que l'on ne peut pas savoir si le trafic reste fluide ou au contraire si l'infrastructure est saturée.

4 - Bases de données suivies par la SLTC

Exploitant du réseau collectif urbain de Lyon, la Société Lyonnaise de Transports Collectifs (SLTC) dispose de données permettant d'effectuer un suivi relatif à :

1/ la demande de transport, et plus précisément :

- les enquêtes origine destination (O-D),
- les oblitérations et les ventes de titres,
- des enquêtes ponctuelle.

2/ l'offre, ou plus généralement le service offert,

3/ la perception que les habitants de l'agglomération ont du réseau.

Compte tenu des objectifs de l'étude, seules les données de type 1/ et 3/ seront évoquées ici.

4 - 1 Enquêtes origine destination

Ces enquêtes permettent de disposer d'une image relativement fine des déplacements dont une partie au moins se fait en transport collectif. Elles fournissent pour chacun d'entre eux l'origine, la destination, le motif, les lignes empruntées ainsi que, parfois, les autres modes éventuellement utilisés.

Les enquêtes O-D pour le réseau de surface sont essentiellement organisées, suivies et financées par la SLTC pour son propre compte. En revanche, les enquêtes sur les lignes de métro sont réalisées à la demande du SYTRAL (autorité organisatrice du transport sur l'agglomération) et sont financées par lui.

4 - 1.1 Objectifs de la production de données

L'objectif de ces enquêtes est de connaître l'utilisation par les usagers du réseau de transport collectif urbain de manière globale et par ligne. Les données recueillies permettent de :

- calibrer le modèle TERESE utilisé par la SEMALY pour la prévision de trafic,
- évaluer le service offert et apprécier son adéquation à la demande de transport,
- connaître l'usage du réseau, le poids des lignes et des arrêts, les échanges en transport collectif entre les différents points de l'agglomération.

4 - 1.2 Méthode

Les enquêtes O-D sont organisées différemment et n'observent pas la même méthodologie selon qu'elles concernent le réseau de surface ou le réseau métro.

Pour le réseau de surface

a/ Le principe adopté par la SLTC est de mener une enquête O-D par ligne. Chaque ligne est enquêtée tous les 4 ans environ.

Le choix des lignes à enquêter se fait sur la base des critères suivants :

- dernière date d'enquête sur la ligne,
- modification de la ligne (systématiquement, une modification de tracé conduit à effectuer une enquête O-D avant et après modification).

b/ La période d'enquête s'étale pour la quasi totalité des lignes de surface de 6h du matin à 19h30, un jour moyen de semaine, mardi ou jeudi.

c/ Le taux de sondage de la ligne est fonction du nombre de courses qu'elle comptabilise. 50% des courses sont enquêtées pour les lignes importantes, et 100% pour les lignes moins importantes. Par ailleurs, sur les courses enquêtées, la totalité des voyageurs est sondée.

d/ L'actualisation des données se fait sur la base des oblitérations (cf. infra). Actuellement, SLTC s'interroge sur cette méthode d'actualisation et cherche à l'améliorer.

Pour le réseau métro

Les enquêtes O-D ne sont pas menées de manière régulière sur le réseau métro. Jusqu'en 1990, les lignes A, B, C du métro ont fait l'objet d'enquêtes indépendantes, réalisées à des périodes et selon des méthodes différentes :

- 1980 ligne A
- 1981 ligne C
- 1982 ligne B

a/ Ce n'est qu'en 1990 qu'une enquête O-D a été réalisée sur la totalité du réseau métro, avec une même méthodologie sur les 3 lignes.

b/ La période d'enquête concerne la journée (6h à 20h30). Elle permet d'avoir à la fois une connaissance des déplacements aux heures creuses et aux heures de pointe.

c/ L'échantillonnage résulte d'une méthode relativement complexe. Tout d'abord, des comptages sont faits à chacune des stations de métro, toutes les 1/2 heures. Ceci permet de constituer la base du calibrage de l'échantillon à enquêter par station et par tranche horaire (toutes les 1/2 heures). Le taux de sondage moyen sur le réseau métro s'élève à environ 8% des voyageurs.

4 - 1.3. Type de données produites

Pour le réseau de surface comme pour le réseau de métro, les données produites sont relatives aux principales caractéristiques des déplacements en transport collectif :

- les volumes de déplacements sur la journée, par tranche horaire ainsi que les flux par tronçon et la fréquentation des arrêts,
- les origines et destination des voyageurs sur le réseau et donc les échanges entre zones de l'agglomération,
- les correspondances réalisées par les voyageurs avant et après leur déplacement (correspondance bus/bus, bus/métro) ainsi que les taux de correspondance.

Les questionnaires sont les mêmes depuis les années 70, quelle que soit la ligne enquêtée, et les enquêtes métro recueillent aussi ces informations auxquelles s'ajoutent des données concernant :

- le motif du déplacement,
- le titre de transport utilisé,
- le mode d'accès au réseau métro avant et après.

Ces enquêtes fournissent toutes les origines et destinations des déplacements ainsi que les entrées-sorties sur le réseau TC (Cf. annexe).

Enfin, la SEMALY compile et réactualise régulièrement toutes les enquêtes O-D par ligne qui ont été réalisées par la SLTC pour les besoins de calibrage de son modèle d'affectation (TERESE). La matrice des déplacements TC ainsi obtenue, appelée MODESTIE, regroupe l'ensemble des O-D des usagers du réseau (surface + métro) ainsi que les correspondances effectuées. Jusqu'à présent, 2 synthèses de ce type ont été réalisées, en 1982 et 1990.

Notons que pour effectuer cette synthèse, la SEMALY utilisait les résultats des enquêtes ABEILLE qui lui fournissaient les clés de passage entre nombre de compostages et nombre de voyages ainsi que les taux de correspondance. Ces enquêtes étaient organisées sur la totalité du réseau avec un tirage au hasard des courses. Les données produites portaient sur les O-D, les correspondances, les titres de transport, les motifs de déplacement. La dernière enquête de ce type, effectuée en 1986, est la seule expérience du genre traitant au cours d'une même semaine toutes les lignes de surface et de métro. Cependant, les résultats fournis étant de faible fiabilité par rapport aux moyens mis en oeuvre, la SLTC a abandonné ce type d'enquêtes (en effet, les usagers ne recomposent pas systématiquement leur ticket pour leurs correspondances métro ce qui affecte toute évaluation du nombre de voyages à partir du nombre de tickets compostés dès lors que ce mode devient très largement utilisé).

4 - 1.4 Apports/Limites

Ces données permettent d'avoir une connaissance relativement fine de l'usage du réseau ainsi que des problèmes d'adéquation offre/demande. Elles servent de base aux calculs de prévision de trafic et sont largement utilisées, tant par l'exploitant que par la collectivité. Elles doivent cependant être complétées par les informations des enquêtes ménages si l'on veut vraiment analyser la clientèle, son profil socio-économique et ses motivations.

Les informations disponibles restent très ponctuelles et disparates hormis les résultats des enquêtes ABEILLE et la synthèse effectuée pour MODESTIE 90. Notons cependant que :

- pour MODESTIE, les réactualisations nécessaires ont été effectuées sur la base des oblitérations que la SLTC cherche à améliorer,
- les méthodes utilisées pour MODESTIE 90 et pour les enquêtes ABEILLE étant différentes, les résultats sont difficilement comparables. Il n'existe donc pas de suivi temporel à la fois précis, fiable et global de la demande sur le réseau de transports collectifs de l'agglomération lyonnaise.

4 - 2 Autres données de la SLTC

4 - 2.1 Oblitérations et ventes de titres

Données issues de l'exploitation, les oblitérations et les ventes de titres de transport constituent un moyen supplémentaire mais peu élaboré de connaître la fréquentation du réseau.

Les relevés d'oblitération permettent de connaître les voyages effectués par ligne pour les détenteurs de tickets. Les relevés sont journaliers et font l'objet d'une compilation mensuelle.

Les ventes de titres représentent un indicateur global de fréquentation du réseau.

Donnant le niveau de recette, les données de billetterie permettent également de connaître la répartition des recettes en fonction des types de titres de transport (ticket, abonnement).

A partir des relevés d'oblitérations par ligne et de la répartition des types de titres de transport, il est possible de reconstituer la charge par ligne, tous titres de transport confondus.

Ces deux sources d'information restent toutefois très globales et insuffisantes pour connaître l'usage du réseau.

4 - 2.2 Enquêtes ponctuelles

Afin d'affiner la connaissance de l'usage du réseau sur des points particuliers, des enquêtes sont engagées de manière ponctuelle. On relève notamment :

- une enquête de fréquentation réalisée en 1983 à la station Charpennes, visant à clarifier la fonction réelle de ce point de connexion des deux lignes A et B du métro,
- une enquête visant à délimiter les zones d'influence des lignes de TC sur la base d'une distance d'accès au réseau en marche à pied,
- une enquête en 1985 destinée à repérer et valider les changements d'itinéraires en bus à la mise en service des 3 lignes de métro A, B et C. L'enquête faisant apparaître que le changement de destination relevait d'un arbitrage entre le temps de parcours réel et le temps de parcours ressenti par l'usager (distance temps, pénibilité, perception du trajet),
- deux enquêtes relatives à la mobilité des abonnés, réalisées l'une en 1989, l'autre en 1991. Procédant par entretien téléphonique auprès d'usagers abonnés, les enquêtes prenaient pour base le dernier déplacement réalisé, permettant d'approfondir la connaissance de ce segment de clientèle.

4 - 2.3 Image du réseau

Annuellement, un audit d'image est réalisé auprès de la population de l'agglomération par une société de sondage. Constituant un baromètre régulier, il permet de cerner quelle est la perception du réseau qu'ont les utilisateurs et les non-utilisateurs des transports collectifs.

5 - Recensements de l'INSEE

Tous les 7 ans, un recensement général de la population est effectué au plan national. Ces enquêtes réalisées pour les dernières en 1968, 1975, 1982 et 1990 sont les seules enquêtes exhaustives dont nous disposons, concernant la population française. Si ces enquêtes ne portent pas à proprement parler sur le problème du transport, elles offrent toutefois des informations relativement complètes sur les déplacements pour le motif de travail.

Les résultats des recensements permettent en effet la constitution de deux fichiers complémentaires, un fichier relatif au lieu de domicile et un fichier relatif au lieu de travail : les fichiers Mirabel, disponibles sur supports papiers et sur fichier informatique à l'INSEE.

Fichiers "Mirabel"

La redistribution des questionnaires, établis relativement au lieu de domicile, selon le lieu de travail offre deux lectures possibles des migrations alternantes :

Selon la commune

Pour chaque commune, nous disposons tout d'abord d'informations concernant leur activité et leur attractivité. Six variables sont ainsi proposées :

- **Résidents** : nombre d'actifs résidant dans la commune,
- **Stables** : nombre d'actifs résidant et travaillant dans la commune,
- **Sorties** : nombre d'actifs, résidant mais ne travaillant pas dans la commune,
- **Emplois** : nombre d'emplois de la commune,
- **Entrées** : nombre d'actifs travaillant mais ne résidant pas dans la commune,
- **Solde** : différence entre les entrées et les sorties.

Plusieurs découpages géographiques sont proposés, notamment la commune (ou l'arrondissement), le département et le canton.

Selon les O-D ou échanges

La seconde lecture des questionnaires permet de retracer l'ensemble des échanges entre les communes. Pour chaque commune de résidence est présenté l'ensemble des destinations : la commune de travail des individus concernés et le nombre d'actifs de la commune de résidence travaillant dans la commune dite de travail. On peut regretter l'abandon de la question relative au mode.

6 - Conclusion

Si l'on reprend l'ensemble des bases qui viennent d'être évoquées, on s'aperçoit qu'elles sont insuffisantes pour mener une réflexion globale sur les déplacements effectués dans l'agglomération lyonnaise : d'une part elles ne sont pas toujours compatibles entre elles et d'autre part elles ne couvrent pas l'ensemble des déplacements.

Ces bases ont été construites par des acteurs dont les préoccupations et les objectifs diffèrent fréquemment. Il n'existe pas de cohérence entre elles, tant au niveau des dates de recueil qu'au niveau des découpages géographiques et il s'avère dès lors difficile voire impossible d'opérer une synthèse des différentes données en dehors de l'estimation d'indicateurs globaux tels que la part de marché et l'évolution générale de chaque mode. Les référents géographiques étant spécifiques à chaque base, les comparaisons ne peuvent se faire qu'à une échelle très grossière lorsque l'on veut faire une analyse spatiale.

Au-delà de ces problèmes, il reste qu'elles ne fournissent qu'une image incomplète des déplacements qui s'effectuent dans l'agglomération lyonnaise :

- la connaissance des déplacements automobiles reste partielle. L'enquête ménages ne se préoccupe ni des déplacements des personnes ne résidant pas de manière régulière dans le périmètre d'enquête, ni des déplacements effectués dans le cadre du travail. L'enquête cordon permet de repérer le trafic de transit et d'échange mais ne couvre pas les déplacements réalisés à l'intérieur du cordon, même s'ils sont réalisés par des personnes n'y résidant pas de manière permanente. Le CETE évalue la zone d'ombre laissée par ces deux enquêtes à environ 10-15% des déplacements automobiles effectués dans l'agglomération. Cette estimation est déduite des données de comptage qui fournissent des données plus exhaustives, mais sans les caractéristiques des déplacements et des individus qui les réalisent,
- les données sont faiblement spatialisées. Nous avons déjà évoqué la question des découpages non compatibles entre les différentes bases de données. De plus, les localisations sont ramenées à des centres de zones ce qui entraîne de fortes incertitudes. Ces incertitudes ont une double conséquence : d'une part elles se retrouvent dans les calculs d'affectation des trafics des modèles et d'autre part elles limitent les possibilités d'analyse de la répartition modale fondée sur une évaluation précise des coûts généralisés (même si ce facteur n'est pas le seul déterminant du choix modal). Cette approche zonale ne permet pas d'exploiter le peu d'information sur les itinéraires, presque inconnus pour la voiture et partiellement saisis pour les transports en commun. Enfin, elle limite les analyses nécessitant des décompositions spatiales fines, comme pour l'Agence d'Urbanisme,
- pour les enquêtes ménages, l'échantillonnage est très vite trop faible pour des études sectorielles ou spatialisées. De plus, le périmètre retenu ne correspond pas au bassin d'attraction quotidien de l'agglomération.

2 ème partie

Les enquêtes canadiennes

L'enquête régionale origine destination constitue la principale source de données sur les déplacements urbains dans les grandes métropoles des provinces du Québec et de l'Ontario, tout particulièrement à Montréal et Toronto. Nous n'avons pas voulu nous limiter à la présentation de la méthodologie de cette enquête. Celle-ci est le résultat d'une évolution progressive permettant de répondre plus adéquatement aux besoins de planification des transports urbains. Elle est de plus intimement liée au système MADITUC qui est principalement alimenté par cette enquête. Le système MADITUC de planification des transports collectifs est développé par le professeur CHAPLEAU de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

Dès lors, il nous a semblé préférable de commencer cette deuxième partie par la présentation du système MADITUC (chapitre II). Les objectifs de la production des données apparaîtront ainsi de manière plus explicite. Ceux-ci sont assez différents des objectifs affichés par les promoteurs des enquêtes ménages françaises, même si des similitudes apparaissent au niveau des utilisations.

Nous décrivons ensuite les bases de données alimentant le système MADITUC (chapitre III). Cette présentation est bien évidemment centrée sur l'enquête régionale origine destination. Nous passons en revue les objectifs de ces enquêtes, leurs méthodologies, ainsi que toutes les étapes de la production des données. Ces éléments permettront de comparer les enquêtes françaises et canadiennes.

Enfin, nous exposons les principales applications du système MADITUC et ses développements (chapitre IV).

Pour la rédaction de cette deuxième partie, nous nous appuyons abondamment sur les nombreuses publications du professeur CHAPLEAU et de son équipe. Nous ne faisons pas toujours référence explicitement à l'ouvrage ou aux documents concernés. Toutefois, tous ceux qui nous aidés dans notre travail sont listés dans la bibliographie.

Chapitre II

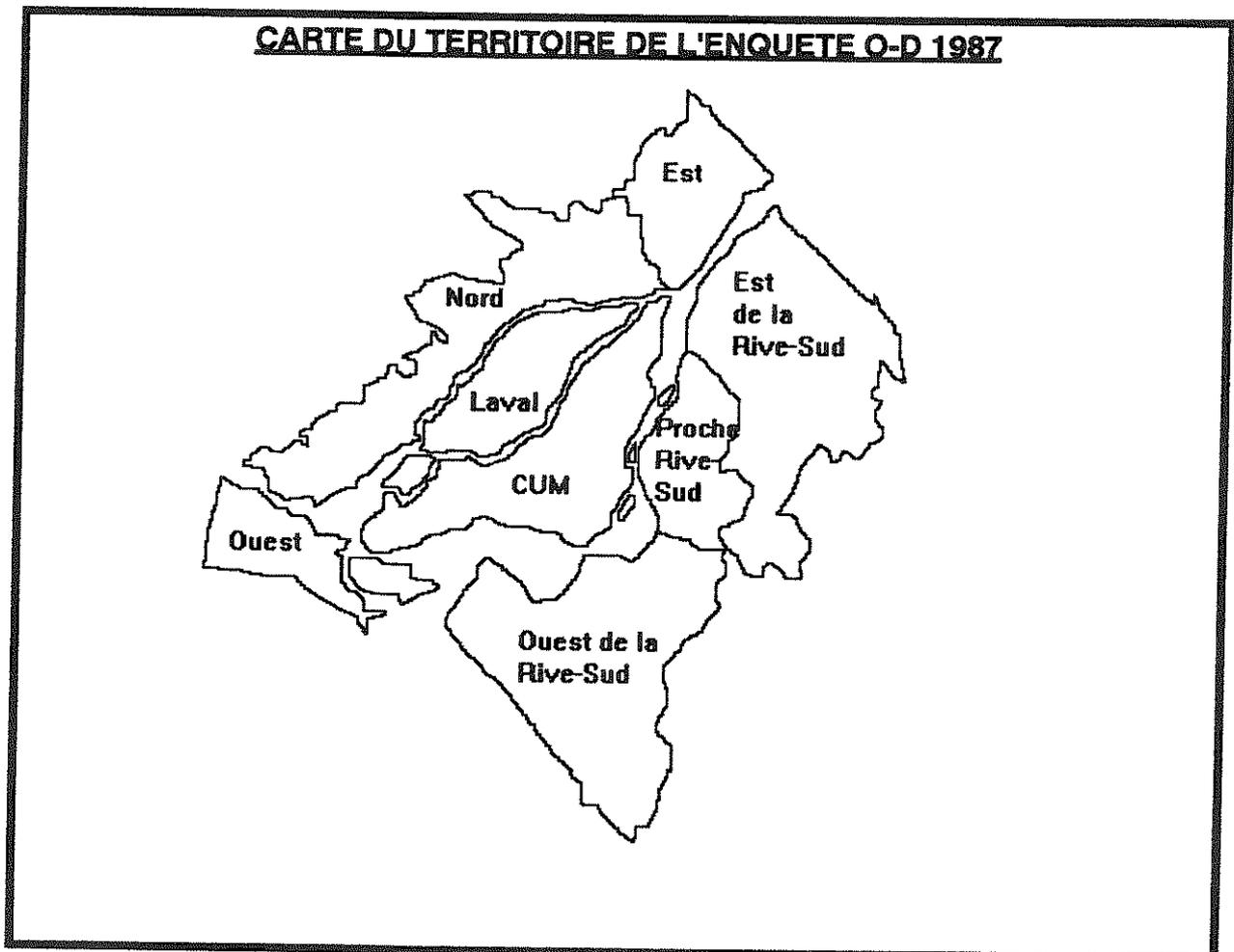
Le système MADITUC

Avant de présenter les principes généraux du système MADITUC, nous décrivons sommairement le contexte montréalais des transports.

1 - Cadre général des transports à Montréal

1 - 1 La Grande Région de Montréal

La Grande Région de Montréal constitue le bassin d'attraction du centre-ville de Montréal. Elle représente une superficie de 3.300 km². La population s'élève à 2.930.000 pour 1.142.000 ménages, soit une moyenne de 2,57 personnes par ménages.

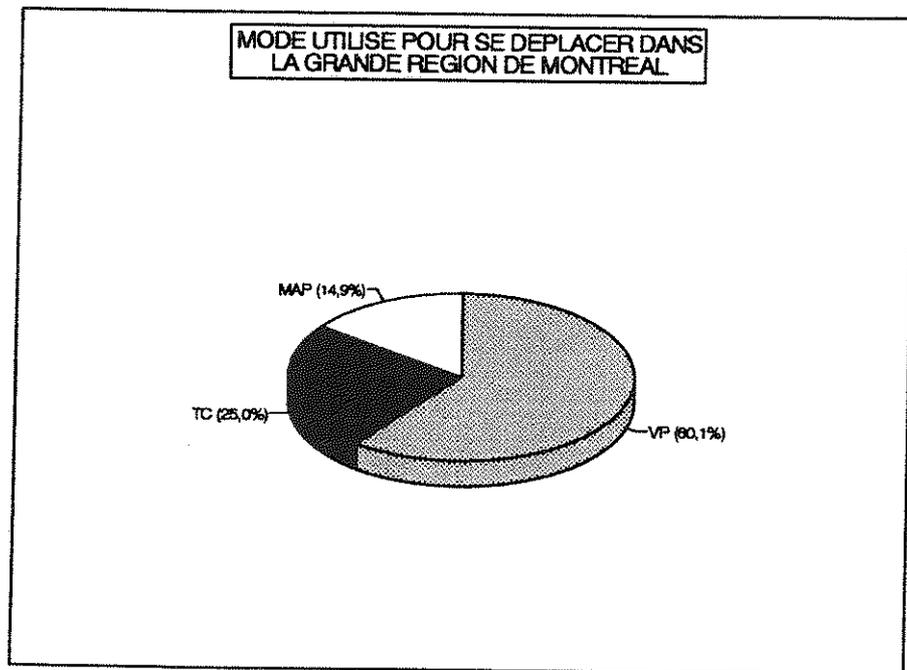


Sur une période de près de 10 ans, la population totale de la Grande Région de Montréal est restée pratiquement constante. Elle a vieilli et s'est continuellement déconcentrée. En ce qui concerne l'île de Montréal (CUM : Communauté Urbaine de Montréal), les enquêtes origine destination successives ont souligné la croissance du nombre de ménages, tandis que le nombre de personnes par ménage diminuait, passant de 3,3 en 1970 à 2,37 en 1987. La conséquence en est une décroissance de la population urbaine au profit des banlieues. La population de l'île de Montréal est ainsi passée de 1.945.000 habitants en 1970 à 1.752.000 habitants en 1987.

1 - 2 Mobilité des personnes dans la région de Montréal

Le taux de motorisation par ménage a été évalué à 1,06 lors de la dernière enquête origine destination, soit un nombre moyen d'automobiles par personne de 0,41. Ce chiffre moyen s'élevait à 0,37 pour l'île de Montréal en 1987 alors qu'il n'était que de 0,24 en 1970. Un quart des ménages de la Grande Région de Montréal ne dispose d'aucune voiture, tandis que la moitié des ménages possède un seul véhicule. En ce qui concerne la seule Communauté Urbaine de Montréal, le nombre de ménages non motorisés dépasse le tiers de l'effectif total.

D'après l'enquête origine destination de 1987, la mobilité moyenne des montréalais est de 2,44 déplacements par jour. 20 % des personnes ont déclaré n'avoir effectué aucun déplacement. Les deux graphiques qui suivent présentent ces déplacements relativement aux modes utilisés ainsi qu'aux motifs.

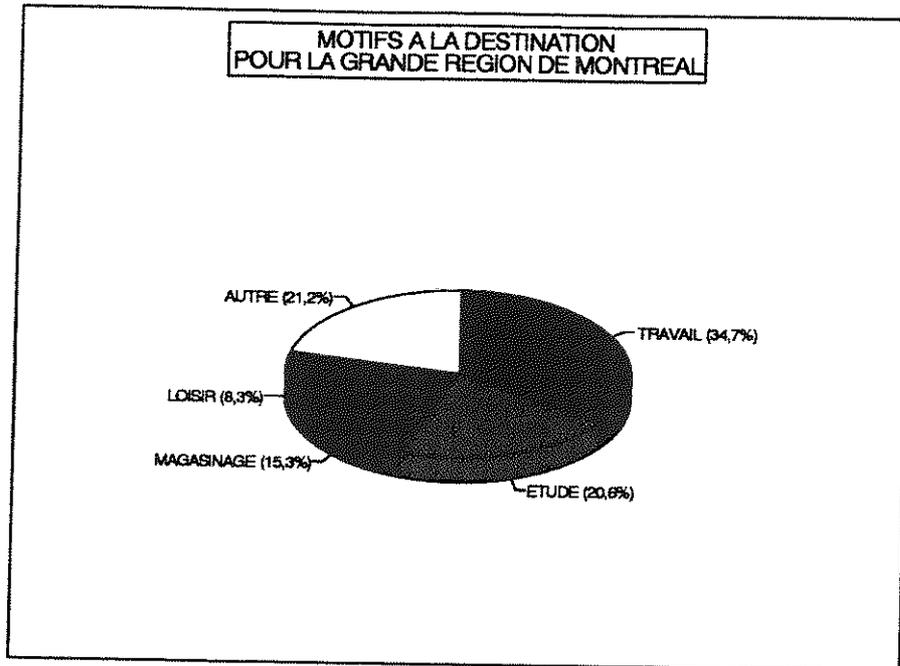


Sources : Enquête origine destination 1987 - STCUM

Si la majorité des déplacements de la Grande Région de Montréal est effectuée en voiture particulière (conducteur ou passager), un quart des déplacements se font en transport collectif.

Comme le souligne le graphique suivant, le motif travail constitue plus d'un tiers des destinations des déplacements. En prenant également en compte les déplacements des étudiants et des scolaires, on constate que les motifs contraints représentent plus de la moitié des déplacements.

On notera pour finir que la mobilité est plus forte de 10 % en banlieue.



Sources : Enquête origine destination 1987 - STCUM

1 - 3 Les responsables des transports dans la Grande Région de Montréal

Un certain retrait du gouvernement québécois est observable tant du point de vue institutionnel que financier.

1 - 3.1 Cadre institutionnel

En ce qui concerne le cadre institutionnel, il existe dans la Grande Région de Montréal deux grandes familles d'organismes de transport :

- les organismes municipaux et inter-municipaux,
- les organismes publics.

Les premiers sont gérés par des élus et exploités sur la base de contrats par des transporteurs privés. On les trouve en général dans les villes petites et moyennes et en périphérie de Montréal. Il existe ainsi tout autour du centre de Montréal 13 organismes inter-municipaux de transports, appelés Conseils Inter-municipaux de Transport (CIT).

Les seconds sont, quant à eux, administrés par des élus, mais exploités par des entreprises publiques. Il existe pour la région de Montréal, trois organismes publics de transport (OPT) principaux :

- la Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal (STCUM),
- la Société de Transport de Laval (STL),
- la Société de Transport de la Rive Sud de Montréal (STRSM).

Si le gouvernement québécois établit les lois, ses interventions au niveau de la politique des transports collectifs urbains sont limitées. Il peut éventuellement arbitrer un litige entre plusieurs organismes. Quant à l'élaboration des politiques tarifaires ou du choix d'infrastructures régionales telles que les infrastructures ferroviaires, le pouvoir revient au Conseil Métropolitain de Transports Collectifs (CMTC), composé de membres des trois grandes sociétés de transport en commun. Le gouvernement québécois n'est pas membre officiel de ce Conseil.

1 - 3.2 Cadre financier

Depuis 1992, le gouvernement ne subventionne plus les dépenses d'exploitation pour les 3 grandes entreprises de transport. Pour les autres organismes, 40% des coûts d'exploitation lui incombent. Le gouvernement se retire également peu à peu de l'exploitation des trains de banlieue, après en avoir assuré la modernisation.

Le gouvernement reste en revanche très présent en ce qui concerne les investissements (100% pour ceux du métro et du rail, 75% pour les garages, les abribus et le remplacement des infrastructures et du matériel roulant, 60% des achats de bus).

Pour compenser ce retrait, le gouvernement a introduit une taxe annuelle sur l'immatriculation des véhicules, au sein du secteur métropolitain de dénombrement de Montréal (zone un peu plus étendue que l'aire d'attraction de l'agglomération de Montréal). La redistribution de cette taxe automobile, destinée aux trois grands organismes de transport, est assurée par le CMTC. Elle se chiffre à 35 millions de \$ canadiens (80 % sont répartis au prorata de la fréquentation des trois réseaux, 20% en fonction du lieu de résidence des propriétaires de véhicule). Une subvention de 8 à 10 millions de \$ canadiens est accordée au CMTC pour compenser le manque à gagner des entreprises liées à l'intégration tarifaire au niveau régional. Enfin, le CMTC reçoit une subvention de 18 millions de \$ canadiens qu'il reverse à la STCUM pour couvrir la part de déficit du réseau liée à l'usage des lignes de transports collectifs de la STCUM par les non résidents de la Communauté Urbaine de Montréal. Au niveau du financement municipal, la contribution s'effectue par un prélèvement de la taxe sur la base d'un potentiel fiscal établi au regard de la richesse foncière.

En ce qui concerne le financement des enquêtes origine destination, il était jusqu'à présent à la charge de la STCUM. Cette responsabilité financière partagée pour moitié avec le Ministère des Transports de Québec, pour l'enquête de 1992.

Le contexte général des transports montréalais étant exposé, nous présentons la logique globale du système MADITUC, ainsi que son architecture.

2 - Présentation générale de MADITUC

2 - 1 L'approche MADITUC

MADITUC (Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires de Transport Urbain Collectif) a été développé par une équipe de la section des transports du département de génie civil de l'École Polytechnique de Montréal, sous la direction du Pr. R. CHAPLEAU. Il permet à des entreprises de transport en commun d'utiliser une approche totalement désagrégée en vue d'une analyse et d'une évaluation de divers projets de transport.

2 - 1.1 Plus qu'un simple modèle, un système d'information complexe

MADITUC a été développé pour fournir un outil d'analyse de la mobilité s'appuyant sur les enquêtes origine destination. C'est l'idée de développer de la connaissance à partir d'une simple question de transport qui est à l'origine du développement du concept MADITUC. MADITUC n'est donc pas un modèle au sens où nous l'entendons habituellement. Il se définit davantage comme un système d'aide à l'analyse et la planification des réseaux de transport. Plus qu'une recherche d'affinement d'un modèle algébrique, MADITUC s'attache avant tout à privilégier une bonne maîtrise des bases de données. Une telle logique suppose que des études comportementales de mobilité basées sur l'analyse de caractéristiques socio-démographiques ont un pouvoir explicatif et descriptif des phénomènes urbains supérieur aux modèles classiques. Partant d'analyses totalement désagrégées, pouvant s'établir par exemple sur la base de catégories finement élaborées, les modules constituant l'architecture de MADITUC prétendent ainsi décrire des situations plus complexes.

2 - 1.2 Vers une approche totalement désagrégée

La démarche adoptée dans MADITUC se démarque foncièrement des approches classiques. Afin de bien s'en rendre compte, nous rappelons brièvement les principaux fondements des modèles classiques.

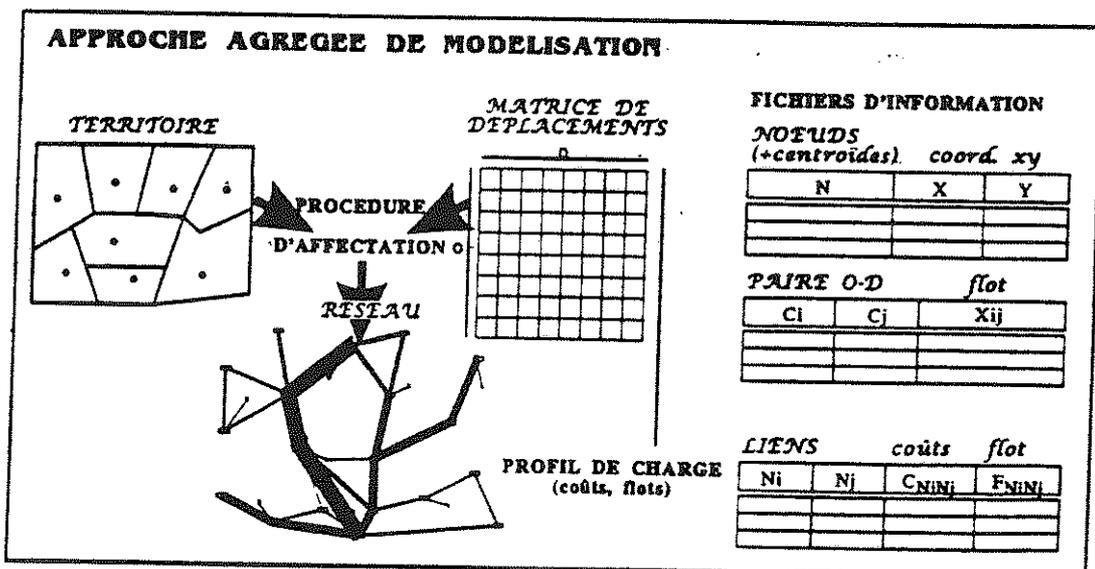
2 - 1.2.1 La démarche classique

Le développement de nouveaux algorithmes allié à une puissance de calcul accrue, a permis l'élaboration de nouveaux logiciels de planification des transports dans les années 70. Parmi les principaux modèles nord-américains, on trouve les modèles UTPS (Urban Mass Transportation Administration's Transport Planning System) ou EMME, mis à jour dans sa version EMME2, ainsi que des modèles spécialisés dans la planification d'un réseau de transport en commun comme le logiciel NOPTS (Network OPTimization of Transit Systems). En France certains modèles spécifiques ont été développés comme le modèle routier DAVIS utilisé notamment par les CETE ou le modèle TERESE (TEst de RESEaux) pour les transports collectifs. Tous ces modèles ont en commun de s'appuyer sur une démarche de type agrégé classique. Certains présentent une structure complète à quatre étapes. C'est notamment le cas du modèle UTPS qui dispose d'outils statistiques adaptés aux phases de génération et de répartition modale, de modules de transformation des matrices pour la distribution des déplacements, ou d'affectation. D'autres modèles, compte tenu de leurs objectifs, peuvent se limiter à certaines étapes. C'est le cas du modèle TERESE développé à Lyon par la SEMALY, qui ne dispose pas de phase de répartition modale.

Tous ces modèles agrégés reposent comme leur nom l'indique sur l'agrégation des données en opérant, dans l'espace ou sur la population, des regroupements qui à un individu moyen font correspondre un trajet type. Pour répondre à cet objectif, les territoires étudiés sont découpés en zones qui constituent ensuite les origines et les destinations des déplacements. Elles résultent la plupart du temps d'un compromis entre les exigences du coût des enquêtes élaborées pour réunir l'information utile et les exigences de la précision requise par les besoins de l'étude.

L'ensemble de l'information relative aux déplacements relevée à l'occasion de ces enquêtes (enquêtes ménages ou enquêtes origine destination) est finalement synthétisé par une matrice des déplacements comme le montre le graphique qui suit :

Schéma classique de modélisation d'un réseau de transport



Graphique extrait du rapport intitulé "éléments analytiques de la démarche "totalement désagrégée" (CHAPLEAU, 1992, p 9)

C'est au cours de l'étape d'affectation que l'on va procéder à la projection de la matrice des déplacements sur un réseau composé de noeuds et d'arcs représentant l'ensemble des itinéraires possibles. Cette matrice peut éventuellement avoir subi une série de transformations par l'intermédiaire d'un modèle de génération, de distribution ou de répartition modale.

L'affectation suppose au préalable une codification du réseau. Celle-ci se traduit par la constitution d'un graphe à l'aide d'un support informatique. L'objectif consiste à définir un réseau analytique se rapprochant le plus possible de la perception que peuvent en avoir les usagers. Une telle codification nécessite l'acquisition et l'organisation d'un grand nombre de données relatives à la géométrie des lignes, des attributs de service et des liens d'accès entre les centroïdes des zones et les noeuds du réseau. Le choix de l'échelle dépend quant à lui des objectifs. Il s'agit en général d'un réseau simplifié. A l'issue de l'étape d'affectation, différents poids seront attribués aux branches composant le réseau simplifié, à l'aide d'une fonction d'impédance qui tient compte du niveau de service offert.

L'approche agrégée classique qui a connu ses principaux développements dans les années 50 à 70 fait depuis plus de 20 ans l'objet de nombreuses critiques. Plusieurs études se sont efforcées d'évaluer et d'expliquer la cause des écarts observés entre la prévision des trafics et le niveau finalement atteint. On citera en particulier la synthèse de X. GODARD lors de la 58ème Table Ronde de la Conférence Européenne des Ministres des Transports (GODARD, 1982), et l'étude de I. H. MACKINDER et S. E. EVANS (MACKINDER, EVANS, 1981) relative aux modèles utilisés en Grande-Bretagne entre 1962 et 1971. Ces critiques vont d'une simple remise en cause de certaines hypothèses relatives aux variables exogènes jusqu'au rejet de l'ensemble de la démarche séquentielle qui rend ce type de modèles incapable de traduire de manière satisfaisante les décisions interdépendantes et parfois simultanées des usagers. Malgré ces nombreuses critiques, l'approche agrégée classique constitue toujours l'une des démarches les plus utilisées.

Plusieurs tentatives ont été néanmoins entreprises pour dépasser certaines carences de ces modèles. Les années 70 ont ainsi vu l'émergence de modèles "désagrégés". Ces modèles comportementaux trouvent leur origine dans les travaux des mathématiciens psychologues. Ces travaux visaient à établir la manière dont un individu confronté à un ensemble d'alternatives pouvait être conduit à prendre sa décision. Ces chercheurs ont formulé l'hypothèse selon laquelle l'individu était capable d'évaluer les différentes possibilités qui lui étaient offertes en fonction de l'utilité qu'elles représentaient pour lui. Si la première formalisation théorique justifiant l'utilisation de ces modèles remonte aux travaux de M. BEN AKIVA et D. MAC FADDEN, celle-ci fut toutefois précédée des travaux de WARNER au début des années 60. Ces modèles ont connu depuis lors un certain succès en particulier outre-Atlantique. En témoignent les travaux variés et les nombreux articles ou communications qui leur ont été accordés, en particulier à l'occasion de conférences internationales. Le bilan apparaît plus mitigé en ce qui concerne la France. Plusieurs entreprises (Air Inter, RATP (LE FOLL, MENEAU, MOLINA, 1981)) ou collectivités (Agence d'urbanisme de Grenoble (CYNA, FERRY, UHRY, 1983), CETE de l'Ouest (BOESWILVALD (1985)) ont tenté de développer un outil désagrégé pour l'étape de choix modal. Le bureau d'études Cambridge Systematic Europe (devenu par la suite Hâgue Consulting Group) est d'ailleurs à l'origine de la plupart de ces travaux. La plupart des modèles désagrégés sont désagrégés au niveau de l'estimation, puis sont appliqués agrégés sur des moyennes ou des zones. On voit toutefois se développer progressivement (notamment aux Pays-Bas, Hâgue Consulting Group) des modèles qui sont appliqués désagrégés.

Les modèles désagrégés ne semblent pas en revanche avoir reçu un écho particulièrement favorable du milieu scientifique français à l'exception des travaux de l'INRETS à l'occasion de la mise en service d'ORLYVAL (HIVERT, ORFEUIL, TROULAY, 1988). On trouve surtout quelques analyses critiques de ce type d'outil. On pourra à ce propos se reporter à la thèse de C. RAUX (RAUX, 1983) ou au mémoire de DEA de L. HIVERT (HIVERT, 1983). Les chercheurs français se sont davantage intéressés à la compréhension des phénomènes de mobilité, s'efforçant de mieux cerner les approches basées sur les programmes d'activité et sur les chaînes de déplacements (BONNAFOUS, 1981; BONNEL, 1989; GODARD et alii 1979 et 1980; RUJOPAKARN, 1986).

2 - 1.2.2 L'approche canadienne

Face aux nombreuses critiques adressées à la procédure classique et de manière à répondre à certains enjeux auxquels elle était particulièrement sensible (recherche d'une bonne reproductibilité de l'algorithme de plus court chemin, identification de la plus grande source d'erreurs, nécessité d'apprécier des biais introduits par une fonction d'impédance mal calibrée, ...) l'équipe de l'École Polytechnique de Montréal s'est lancée dans le développement d'un nouveau logiciel de planification d'un réseau de transport.

L'approche désagrégée canadienne propose une voie assez différente des études citées précédemment. Elle ne rejette pas la démarche classique dans son ensemble, mais propose une meilleure définition de certains éléments. Le logiciel MADITUC, développé tout d'abord dans le cas de Montréal, est un descendant direct de TRANSCOM et de la partie spécifique au transport en commun de EMME. C'est un logiciel caractéristique du concept SITUC (Système d'Information en Transport Urbain Collectif), concept qui regroupe les bases de données d'offre et de demande ainsi que les modèles associés.

Une approche totalement désagrégée

La notion de "désagrégée" traduit, dans l'approche canadienne, l'existence d'un traitement systématique d'informations à caractère individuel, mais également celle d'un traitement d'informations à caractère spatial n'exigeant pas ou peu de découpage zonal du territoire. Ce type d'approche va dans le sens d'un affranchissement des données par rapport aux modèles. Plus encore, il s'agit pour MADITUC de mettre les modèles au service des données à l'inverse de ce qui se faisait habituellement.

Dans MADITUC, l'utilisateur dispose de l'information la plus désagrégée possible que ce soit au niveau des personnes, des ménages ou encore des déplacements ou itinéraires. Contrairement à la démarche classique, il n'est pas nécessaire de partir de zones agrégées caractérisées par des individus statistiques moyens. Il est en revanche possible, à partir de cette information désagrégée, de recomposer des agrégations en fonctions du niveau d'observation souhaité. Pour chaque déplacement pris en compte individuellement, il sera facile d'établir une relation avec les autres bases de données, en particulier avec les variables socio-économiques relatives à la personne ayant effectué le déplacement. Un flux entre une origine et une destination peut ainsi renvoyer à un fichier de déplacements, un fichier d'individus ou encore un fichier de ménages.

L'approche désagrégée se détermine ainsi davantage par un jeu de bases de données présentées à un degré de finesse maximum sur lequel on va effectuer un certain nombre de transformations ou de projections. Les modèles de simulations intégrés à MADITUC sont décrits par le Pr. CHAPLEAU (CHAPLEAU, 1992) comme des opérateurs qui vont ajouter "... à partir d'un savoir dérivé des relations connues a priori, de nouvelles informations aux bases de données originales". Il est donc toujours envisageable de greffer un module classique à l'ensemble du système informatique de MADITUC. On ne s'étonnera pas dès lors de trouver dans MADITUC des étapes telles que l'affectation, la distribution ou la répartition modale. Contrairement aux modèles désagrégés "classiques" qui travaillent la plupart du temps sur des échantillons d'effectifs faibles, MADITUC va s'appuyer sur des enquêtes origine destination lui offrant la plus forte représentativité possible. Cette approche totalement désagrégée va en outre permettre de surmonter l'obstacle du découpage du champ d'étude.

Le rejet de tout découpage a priori

L'affranchissement vis-à-vis d'un système territorial établi *a priori* s'explique par l'existence d'un repérage très fin, au cours des enquêtes, de l'origine et de la destination des déplacements. Celui-ci est établi sur la base de coordonnées x-y UTM (système de projection Universelle Transverse de Mercator choisi par Statistiques Canada). Les origines et destinations des déplacements sont relevées à l'adresse précise ou au code postal. Le code postal est un type de repérage défini par Postes Canada pour faciliter le tri et la distribution du courrier. Il se compose d'un code alphanumérique à six caractères. Les trois premiers caractères correspondent à des régions précises

et stables appelées régions de tri d'acheminement (RTA). Les trois derniers caractères représentent l'unité de distribution locale (UDL). Statistiques Canada établit la correspondance entre les coordonnées UTM et les codes postaux. Une série de procédures informatisées permet ainsi la correspondance entre le fichier des Codes Postaux canadiens et le Fichier Principal des Rues (Area Master File). Elles offrent également la possibilité de repérer et traduire une origine ou une destination décrite à partir de l'intersection de deux rues, d'un monument, ou d'une place publique. Le système UTM présente quant à lui de nombreux avantages tels que l'alignement sur les points cardinaux, la graduation de l'unité de mesure ou encore une utilisation répandue dans le milieu de la cartographie.

2 - 2 Principaux modules de MADITUC : philosophie générale et outils informatiques

Le système MADITUC dispose d'un environnement informatique assez complet. Il fonctionne aussi bien sur support micro-informatique ou macro-informatique. Le choix du logiciel SAS est à l'origine du développement du système MADITUC. Ce dernier a par la suite profité de nombreux développements et présente aujourd'hui un ensemble assez complet de logiciels auxquels s'ajoutent une série de modules permettant l'intégration de différentes bases de données externes. La structure informatique de MADITUC peut ainsi être décrite à partir des principaux modules autour desquels elle est organisée.

2 - 2.1 Module de traitement de la demande

Comme le souligne R. CHAPLEAU (CHAPLEAU, 1992), la principale raison d'être du système MADITUC tient à l'existence et à la nécessité de traiter les informations relatives aux déplacements et disponibles à partir des fichiers des enquêtes origine destination.

De nombreuses études nationales ou internationales ont souligné les facteurs déterminants de la mobilité. A. BONNAFOUS lors d'un rapport introductif au symposium de la CEMT 1992 (BONNAFOUS, 1992) a notamment rappelé les grandes tendances socio-économiques et démographiques : croissance du pouvoir d'achat bénéficiant d'une croissance à long terme de la production, augmentation de la motorisation, vieillissement des populations, concentration spatiale et étalement urbain... Ces différents facteurs comportent toutefois des différenciations spatio-temporelles non négligeables qui remettent en cause l'approche agrégée traditionnelle. C'est l'une des raisons pour lesquelles MADITUC va privilégier un traitement désagrégé de la demande. Celui-ci va passer par deux innovations majeures : le dépassement de la notion de flux anonymes et le développement du concept d'itinéraire.

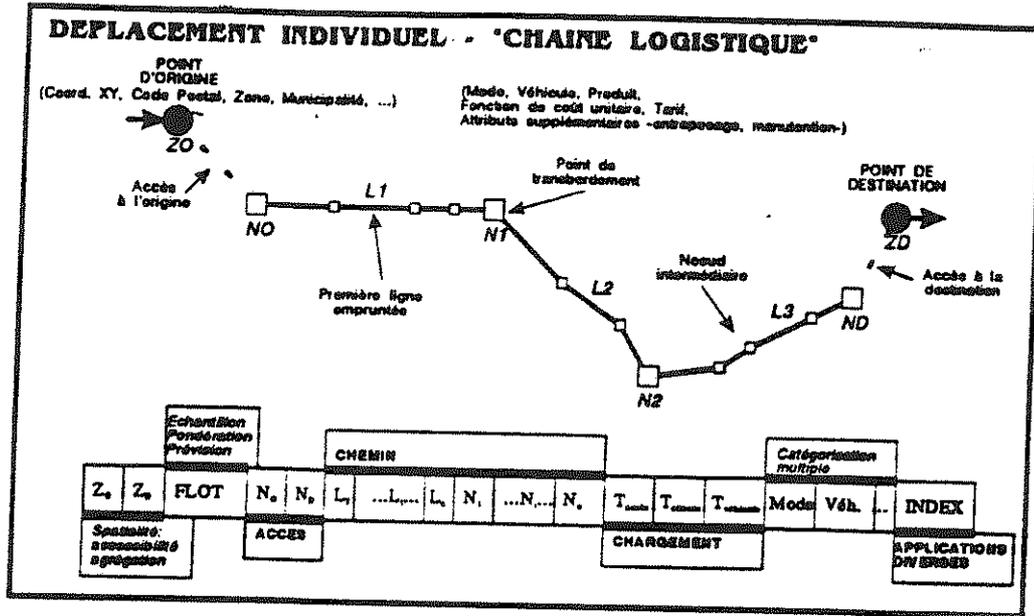
2 - 2.1.1 Repérage de flux personnalisés

La détermination des flux et des coûts constitue dans l'approche classique un élément essentiel. L'approche privilégiée dans MADITUC s'efforce d'aller encore plus loin en proposant un traitement de données individuelles des déplacements auxquels sont reliés toute une série d'informations socio-économiques extraites des enquêtes origine destination. MADITUC substitue ainsi à une notion de flux anonymes, une description multidimensionnelle des déplacements effectués sur un réseau de transport. Chaque déplacement se trouve simultanément caractérisé par des données à référence spatiale (zones d'origine, de destination et de résidence), des informations socio-économiques (motif du déplacement, âge, sexe, possession d'une voiture) et des informations relatives à l'usage des réseaux de transport (modes, lignes empruntées, heure de déplacement).

2 - 2.1.2 Une demande basée sur le concept d'itinéraire

A une démarche classique axée sur l'utilisation d'une matrice O-D déterminée sur la base d'une enquête ou de l'application de modèles de génération ou de distribution, MADITUC va opposer une approche privilégiant le concept d'itinéraire. Chaque itinéraire repéré sur la base d'une origine et d'une destination, contient une information complète sur le déplacement d'un usager et peut faire l'objet d'un traitement individuel comme l'indique le graphique qui suit :

Schéma d'approche désagrégée



Il est toujours possible par la suite de travailler à un niveau d'agrégation donné des itinéraires et de retomber sur n'importe quel type de traitement matriciel. Le passage de l'échantillon enquêté à l'ensemble de la population concernée par le périmètre d'étude s'effectue sur la base de coefficients de redressement associés à chaque déplacement. Ces coefficients sont déterminés par le rapport entre les données d'enquête et les données exhaustives fournies par Statistique Canada, par le bureau de la Statistique du Québec ou par des enquêtes plus ponctuelles. Les coefficients peuvent également être calculés au niveau des ménages. Grâce au concours de Bell Canada, il est possible de comparer le nombre de ménages résidant dans chaque subdivision territoriale avec le nombre de ménages enquêtés repéré par un indicatif téléphonique reposant sur les trois premiers chiffres des numéros de téléphone.

2 - 2.1.3 Gestion informatique des données

Du point de vue informatique enfin, toutes les variables socio-économiques ou spatiales peuvent être mises en relations, à partir de ce module, avec des variables issues de modèles de calculs sur le réseau (temps de parcours, temps d'attente, nombre de correspondances, vitesses commerciales, longueurs, intervalles, type de services...), favorisant des analyses relativement sophistiquées. La gestion des bases de données est actuellement assurée par le logiciel FOX PRO qui succède aux versions DBASE2 et DBASE3.

FOX PRO est un logiciel permettant de gérer des données de différents types (chaînes de caractères, nombres ou dates) stockées dans des fichiers. Hormis le stockage et la mise en forme de ces données, FOX PRO est capable de mener des recherches sélectives d'information. Les possibilités de programmation qu'il offre garantissent une simplification de la gestion des fichiers grâce à une automatisation de certaines tâches et la réalisation de menus. En tant que SGDB (Système de Gestion de Bases de Données), FOX PRO permet de travailler avec plusieurs bases de données simultanément. Les liaisons entre plusieurs bases de données, voir d'une base avec elle-même sont assurées par le recours à une série de contraintes. Le langage SQL qui est utilisé facilite ce type de travail.

2 - 2.2 Module interactif graphique

Le module interactif graphique s'appuie sur la plate-forme micro-informatique AUTOCAD. Il permet notamment la digitalisation et la codification des réseaux de transport, ainsi que celles des entités territoriales. Il assure en outre la validation interactive des données issues des enquêtes origine destination, la confrontation entre les comportements réels et simulés qui contribue au calibrage de modèles, et enfin, la comparaison de comportements simulés sur la base de différentes variantes d'offre. L'ensemble de ces analyses est visualisé à partir de cette plate-forme interactive graphique qui fonctionne selon une approche multicouches.

AUTOCAD est un système de Dessin Assisté par Ordinateur, employé dans un grand nombre de secteurs d'activités recourant au dessin comme moyen de conception ou de communication (architecture, construction, mécanique, électronique, ...). Il a été mis au point par la société Autodesk Inc. fondée en avril 1982 en Californie. Plusieurs produits complémentaires (CAO/CFAO) ont été élaborés parallèlement à AUTOCAD, proposant une gamme diversifiée de modules complémentaires allant du simple logiciel de dessin 2D (Autosketch) à des logiciels permettant de gérer des animations, des images et du son sous un environnement Windows (Autodesk Multimedia Explorer).

Deux types de coordonnées peuvent être utilisées dans AUTOCAD : les coordonnées absolues (par rapport à l'origine du UCS courant) et les coordonnées relatives par rapport au dernier point entré. Plusieurs variantes sont possibles à partir de ce type de coordonnées :

- les coordonnées absolues et relatives cartésiennes pour lesquelles chaque point (X,Y,Z) est situé par rapport à l'origine (0, 0, 0),
- les coordonnées absolues et relatives polaires pour lesquelles un point est déterminé en fonction d'une distance et d'un angle par rapport à l'origine (0, 0, 0),
- les coordonnées absolues et relatives cylindriques pour lesquelles un point est défini par rapport à une distance, un angle et une hauteur par rapport à l'origine (0, 0, 0),
- les coordonnées absolues et relatives sphériques pour lesquelles un point est repéré par une distance par rapport à l'origine (0, 0, 0), un premier angle dans un plan XY et un second angle au dessus du plan XY.

Les concepteurs de MADITUC ont ainsi pu enregistrer à l'aide d'une tablette à digitaliser l'ensemble des composantes du réseau viaire, ainsi que le graphe correspondant à l'offre TC. Ils disposent à présent d'un système complet fonctionnant en multi-couches ce qui leur permet dans le cas de MADITUC de superposer différents niveaux d'agréations territoriales, ou de superposer sur un fond territorial, un réseau de transport, ou une série de données à caractère socio-économique...

2 - 2.2.1 Sous-module territorial

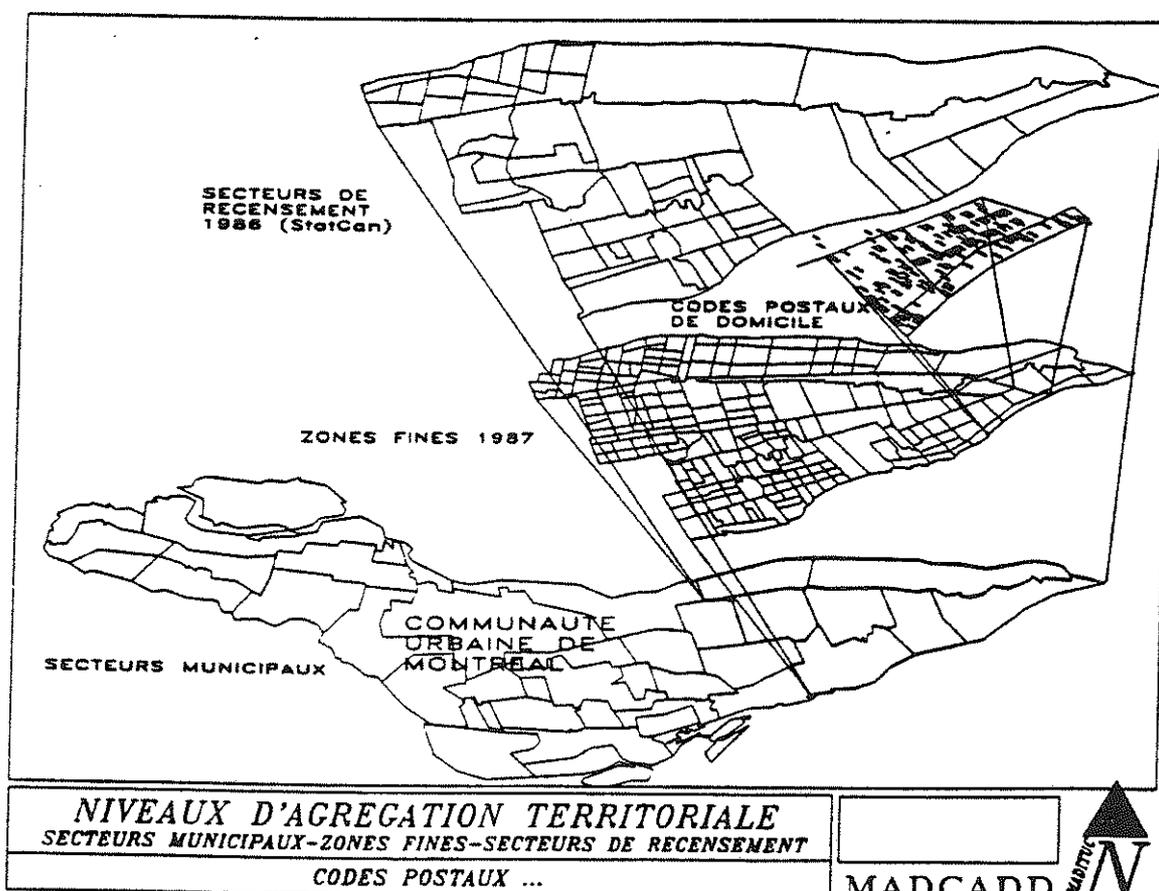
Lors d'une enquête origine destination, la référence spatiale des déplacements est tout d'abord alphanumérique. Cette information peut, par la suite, être codifiée en fonction des besoins de l'étude. L'information recueillie de manière désagrégée peut ainsi être réagrégée selon plusieurs recoupements territoriaux, comme l'indique le graphique de la page suivante.

MADITUC permet alors de travailler selon différentes caractérisations territoriales :

- les coordonnées x-y UTM, établies sur la base des codes postaux (centroïdes de côté d'îlots) dont l'un des avantages principaux est de permettre de modéliser l'accès à un réseau de transport collectif par un mode pédestre. Dans l'environnement MADITUC, le système de coordonnées UTM sert de référence aussi bien aux données territoriales qu'aux données de réseau,
- la zone fine, petite entité géographique devant correspondre à une fonction homogène d'activité. 1.496 zones ont été dénombrées lors de l'enquête origine destination effectuée en 1982 par la STCUM. Ce type de découpage facilite la représentation thématique des résultats de niveau de service comme les surfaces isochrones qui permettent d'apprécier notamment l'accessibilité moyenne d'un territoire,
- le secteur d'énumération c'est le plus petit découpage utilisé lors du recensement. 4.200 zones ont été repérées en 1987,

- le secteur de recensement correspond à une entité de base pour le recueil des données socio-démographiques. Ces données servent notamment à valider et pondérer les données de transport. 700 secteurs sont distingués,
- la municipalité est une entité territoriale politique normalement constituée par un ensemble de zones fines. Il en existe plus d'une centaine dans le territoire d'enquête du Grand Montréal. Le regroupement des secteurs municipaux en grandes régions reproduit les entités politico-administratives plus étendues que sont les territoires de desserte des sociétés de transport,
- la sous-région qui correspond à des entités significatives au niveau géopolitique. La région de Montréal est ainsi découpée en un minimum de 9 districts qui permettent de distinguer les principaux organismes de transport,
- à ces principaux découpages s'ajoutent une grande variété d'unités géostatistiques (la division de recensement (DR) qui correspond aux limites du Comté provincial, la subdivision du recensement (SDR) qui s'appuie sur les municipalités, la circonscription électorale fédérale (CEF), le secteur de dénombrement (SD) correspondant aux unités géographiques les plus petites pour lesquelles Statistique Canada peut fournir des données de recensement, les régions urbaines de recensement, les subdivisions de recensement unifiées (SRU), les régions métropolitaines de recensement (RMR), ...

Différents niveaux d'agrégation territoriale



Graphique extrait du rapport intitulé "éléments analytiques de la démarche *totale*ment désagrégée" (CHAPLEAU, 1992, p 16)

La reconstitution des agrégations spatiales souhaitées s'établit par le biais d'une série de dictionnaires de conversions élaborés par des organismes comme Statistique Canada. Une approche de repérage numérique nécessite quant à elle la codification des frontières de zones (polygones), de manière à assurer la dérivation de multiples caractérisations numériques telles que :

- les données géométriques correspondant aux périmètres, aires, centres de gravité, coefficients de forme,

- les degrés d'adjacence définis par le nombre de zones voisines ou la longueur d'adjacence par rapport au périmètre,
- la résolution de la codification qui tient compte du nombre et de la longueur des segments, ainsi que des indices de densité.

2 - 2.2.2 Module de reconstitution du réseau

Le réseau est appréhendé de manière globale. Il s'agit d'une approche multimodale au sens où la plupart des modes de transports collectifs sont pris en compte : autobus, métro et train. Il ne s'agit pas dans MADITUC d'élaborer un graphe représentatif d'un réseau simplifié, mais bien de reproduire l'ensemble des éléments constituant les réseaux pris en compte.

L'ensemble des réseaux placés sous la responsabilité des trois grands organismes publics de transports (STCUM, STL, STRSM) et d'une vingtaine de Conseils Inter-municipaux de Transport est ainsi considéré. Chaque réseau est décrit en termes géométriques et de niveaux de service. Un modèle synthétique propose pour ces réseaux une représentation constituée de 3.000 noeuds, 350 lignes et 12.000 liens. Le réseau viaire fait quant à lui l'objet d'une représentation hiérarchisée de 16.000 liens (600 pour les autoroutes, 300 pour les voies express, 2.700 pour les artères majeures, 2.500 pour les artères mineures, 4.500 pour les "collectrices", 4.000 pour les voies locales, 800 pour les bretelles et rampes). La digitalisation et la codification de tous ces réseaux sont effectuées sur la base d'un repérage des liens et des noeuds en coordonnées x-y ; ceci dans un environnement interactif assurés par les programmes MADCADD (module de MADITUC pour la codification et la digitalisation du territoire et des réseaux) et MADNET. Cette codification intègre des descripteurs et des informations relatives au niveau de service (références territoriales, longueur, itinéraire, vitesse commerciale, modes, types de véhicules, fréquence, temps de déplacements, coûts unitaires, capacité véhicules, fonctions relationnelles).

Il est possible à partir de MADCADD de constituer des inventaires systématiques à partir de la démarche suivante :

- identification d'un système de coordonnées de base,
- définition du littoral du territoire d'analyse,
- codification du plan de rues,
- constitution des attributs cartographiques,
- inventaire et codification des monuments, c'est-à-dire les équipements connus tels que les écoles, les hôtels, les édifices religieux, les institutions gouvernementales, les parcs, les équipements culturels, les hôpitaux, ...),
- définition du découpage territorial (zones, frontières),
- dérivation d'indicateurs et du réseau d'adjacence,
- développement des réseaux analytiques (voirie, TC, ...).

L'appréciation de l'offre est dérivée à partir de cette définition du réseau. La prise en compte d'éléments hiérarchisés ou territoriaux peut être directement incorporée à une analyse établie sur la base d'une référence spatiale. C'est un des grands avantages de la méthode graphique interactive privilégiée dans MADITUC.

2 - 2.3 Modules de mesure d'accessibilité et d'affectation

L'étape d'affectation est un élément essentiel de la démarche adoptée dans MADITUC. Celle-ci se base sur une codification relativement classique du réseau de transport collectif multimodal ainsi que sur le calage d'une fonction d'impédance qui tient compte des tarifs, du temps de marche, du temps d'attente, du temps passé dans les véhicules et des pénalités de correspondance. R. CHAPLEAU et J. De CEA ont montré (CHAPLEAU, DE CEA, 1982) que la principale source d'erreur d'un modèle d'affectation semblait se situer au niveau de l'accès au réseau, et découlait de problèmes d'agrégation spatiale. La finesse du repérage spatial des origines et destinations offre de ce point de vue un élément de réponse et permet d'envisager une phase d'affectation en trois étapes :

- la première étape consiste à partir des points d'origine et de destination des déplacements et à activer une procédure de génération automatique des points d'accès au réseau les plus probables,

- une seconde étape s'applique à définir les itinéraires choisis par les usagers par un calcul des plus courts chemins permettant ensuite, selon les besoins, une répartition mono ou multichemins suivant diverses techniques de diversion,
- la dernière étape établit le chargement sur le réseau.

En plus de l'affectation des déplacements, MADITUC offre la possibilité au planificateur de réaliser une évaluation opérationnelle du réseau de transport ainsi qu'une analyse plus détaillée des chemins empruntés par chacun des usagers ou groupes d'usagers définis par n'importe laquelle des caractéristiques présentes dans les fichiers de données.

La présentation des principaux éléments constituant l'architecture de MADITUC a permis de préciser l'importance des interdépendances existant entre les diverses bases de données ou les différents logiciels. L'aspect vital de cette interdépendance se retrouve également dans les relations établies avec les partenaires qui ont pu participer au développement de MADITUC.

2 - 3 Partenaires de MADITUC

Le partenariat est une des dimensions fondamentales de MADITUC. Il se traduit tout d'abord par une transmission des connaissances, notamment au travers de la formation de professionnels, mais également par des échanges quasi-permanents entre concepteurs et utilisateurs du système. Le Pr. R. CHAPLEAU se plaît à rappeler que se sont avant tout les individus qui constituent le système d'information. Mais ce partenariat implique une rigueur nécessaire pour protéger l'ensemble du système. MADITUC n'a pas été conçu pour "pseudo-valider" des choix déjà établis. En ce qui concerne le versant base de données, il est opportun de bénéficier d'une certaine institutionnalisation. Celle-ci permet de garantir le maintien et la mise à jour des fichiers, ainsi que le respect des règles d'enquête.

C'est sur ces bases que l'équipe du Pr. CHAPLEAU s'est petit à petit constituée un réseau solide de relations.

2 - 3.1 Partenaires montréalais

2 - 3.1.1 Société des Transports de la Communauté Urbaine de Montréal (STCUM)

La STCUM peut être considérée comme le partenaire privilégié avec lequel l'équipe du Pr. CHAPLEAU entretient des relations continues depuis 1972. La mission de la STCUM consiste à favoriser et organiser les déplacements par les transports collectifs sur le territoire des 29 municipalités de la CUM. Si l'on tient compte de la clientèle des villes voisines attirée chaque jour pour des motifs divers sur l'île de Montréal, on constate que la superficie desservie couvre plus de 500 km².

La STCUM est une société publique, dirigée par un Conseil d'Administration composé de six élus municipaux représentant la Ville de Montréal et les municipalités de banlieue, du président du comité exécutif de la CUM et de deux représentants des citoyens. Le budget de la société dépasse le demi-milliard de dollars par année. Les coûts d'exploitation sont assumés par trois partenaires : les usagers (moins de la moitié des coûts), le gouvernement du Québec (un tiers des dépenses d'exploitation) et les municipalités de la CUM (22% dont les taxes foncières).

La STCUM transporte plus de 1 millions de personnes par jour (soit 30% des déplacements motorisés sur la CUM). Près de 20% des déplacements dans la région de Montréal s'effectuent grâce aux services de la STCUM.

C'est la STCUM qui gère régulièrement (environ tous les 4 ans) les enquêtes origine destination. Elle effectue également des consultations publiques pour mesurer la satisfaction de sa clientèle et procède constamment à des décomptes et à des sondages lui apportant l'information nécessaire pour adapter le réseau aux besoins des usagers.

2 - 3.1.2 Ministère des Transports de Québec

Le Ministère des Transports de Québec (MTQ) a la responsabilité de la coordination, du financement, de l'intégration et de la planification des équipements régionaux. Ses prérogatives touchent notamment la planification des investissements lourds (autoroutiers ou métro), le développement de politiques de financement ou de tarification, la prévision à long terme de l'étalement urbain... Ces différents aspects sont pris en compte et analysés par MADITUC.

2 - 3.1.3 Société des Transports en commun de Laval

La Société des Transports en commun de Laval a développé au fil des années une collaboration avec la STCUM sur la base d'un recours à MADITUC. L'équipe du Pr. CHAPLEAU effectue toute une série d'études intéressant directement la municipalité de Laval qui, en échange, enrichit les systèmes collectifs d'informations par un suivi des données relatives à leur territoire et leur réseau. Les moyens mis en oeuvre sont toutefois beaucoup plus faibles que pour les organismes précédents.

2 - 3.1.4 Communauté Urbaine de Montréal

Les besoins de la CUM sont inter-municipaux, voire régionaux. Hormis son approche multimodale des déplacements, elle est chargée des mesures d'impacts de type d'aménagement du territoire, développement économique, de financement et d'étalement urbain. La collaboration avec le MTQ et la STCUM s'exprime au travers du groupe de travail intitulé GROTRAM auquel participent également les chercheurs de l'Ecole Polytechnique.

2 - 3.1.5 Ville de Montréal

La Ville de Montréal apparaît un peu en retrait des autres organismes, malgré son nécessaire intérêt au problème du transport du fait de son sous-équipement technique et administratif.

2 - 3.2 Autres partenaires canadiens

2 - 3.2.1 Commission de Transports en commun de la Communauté Urbaine de Québec

Cet exploitant se caractérise par une approche planificatrice rigoureuse, s'appuyant sur des enquêtes ménages régulières (1977, 1981, 1986) et une volonté innovatrice affirmée (voies réservées, points focaux, services express à arrêts limités, ...). Elle bénéficie également d'un environnement administratif exemplaire, en particulier en ce qui concerne les données relatives à la CUQ.

2 - 3.2.2 Toronto Transit Commission

La Toronto Transit Commission est, d'après le Pr. R. CHAPLEAU un organisme de transport exemplaire en Amérique du Nord. Elle multiplie les collaborations fructueuses aussi bien avec le Ministère des Transports de l'Ontario qu'avec le Metropolitan Toronto Planning, la City of Toronto, le GO Transit... Elle participe depuis plus de vingt ans au recueil des données (enquêtes cordons et enquêtes origine destination). Elle a d'autre part participé à la constitution d'une équipe installée à l'Université de Toronto : le Transportation Data Management Group. Une analyse multimodale peut ainsi être menée dans la mesure où l'Université allie des bases de données et des outils tels que EMME2. Depuis 1987, la TTC dispose également de MADITUC. Une telle entente apparaît beaucoup plus difficile à obtenir à Québec.

2 - 3.2.3 Winnipeg Transit Department

Les services de la planification et du marketing de Winnipeg Transit ont entrepris une révision de la desserte des transports en commun en centre-ville. Une enquête O-D a été réalisée à bord des autobus selon l'approche la plus désagrégée possible (coordonnées x-y UTM des adresses,

informations socio-économiques, informations sur les lignes empruntées et les points de correspondance) avec un taux d'échantillonnage de 25%. Cette étude a donné lieu à l'implantation de MADITUC.

2 - 3.3 Partenaires étrangers

Une collaboration existe sur MADITUC entre l'Ecole Polytechnique de Montréal et l'Ecole Nationale des Ingénieurs de Tunis. Outre le souci de formation, cette coopération a engendré toute une série d'études :

- la codification des réseaux de transport collectif,
- le développement de facilités micro-informatiques pour le traitement des enquêtes montées-descentes,
- l'estimation de matrices origine destination à partir des comptages,
- le développement de techniques adaptées d'enquêtes ménages,
- la recherche de modèles de prévision de la demande de transport fondée sur les caractéristiques socio-démographiques spatialisées.

D'autres projets ont été élaborés avec Alger, Marrakech, Dakar et ... le LET.

3 - Conclusion

En conclusion et avant de présenter la production des données alimentant le système MADITUC et à des exemples concrets d'applications, on insistera sur l'importance accordée par ce système à la capitalisation des connaissances aussi bien en ce qui concerne les bases de données que sur le matériel choisi pour les analyser. Les concepteurs de MADITUC se sont efforcés tout au long des années 80 de tirer parti des meilleurs instruments développés tant du point de vue méthodologique qu'informatique.

Chapitre III

La constitution des bases de données utilisées

Plusieurs sources de données sont utilisées pour alimenter le système MADITUC. L'enquête régionale origine destination est la plus importante d'entre elles. Nous consacrons l'essentiel de ce chapitre à sa présentation détaillée. Nous nous appuyons sur les cas de Montréal (section 1) et de Toronto (section 2) qui sont très proches, même s'ils diffèrent sur certaines dimensions. Cette présentation est axée sur la méthodologie de production des données et sur son évolution dans les deux agglomérations. De ce fait, nous ne livrons pas de résultats concernant la mobilité des résidents de ces deux métropoles. Enfin, nous abordons les autres bases de données utilisées par le système MADITUC pour certains exercices de planification (section 3). Auparavant, nous exposons les objectifs de l'enquête régionale origine destination qui sont communs aux deux métropoles canadiennes, à l'aide de l'exemple de Montréal.

Introduction

Les enquêtes origine destination sont réalisées et financées par la STCUM depuis 1961. Elles ont pour finalité première de fournir les données nécessaires à la gestion, la planification et l'optimisation du réseau de transport collectif de l'agglomération montréalaise. Plus précisément, lors de cette première enquête, les objectifs étaient :

- *"l'amélioration du réseau de transport en commun,*
- *l'implantation de services dans les secteurs non desservis par le transport public,*
- *l'implantation de lignes de bus de rabattement aux stations de métro,*
- *la prévision de l'"achalandage" (charge) par ligne,*
- *la contribution à l'établissement d'un plan directeur de transport en commun." (STCUM, 1987)*

Ces objectifs nécessitent une bonne connaissance de la clientèle du réseau de transport collectif. Une enquête embarquée pourrait les satisfaire. De fait une ville comme Winnipeg a développé une méthodologie d'enquête dans les véhicules qui lui permet d'alimenter un modèle de trafic transport collectif. Mais, ces objectifs se sont progressivement étendus pour considérer l'ensemble des problèmes de gestion, planification des déplacements urbains. De ce fait, la connaissance de l'ensemble des déplacements, ou à tout le moins des déplacements motorisés, devient nécessaire. Ces considérations ont conduit la STCUM vers la réalisation d'enquête auprès des ménages pour recueillir l'ensemble des déplacements sur une journée. La participation du Ministère des transports du Québec au financement de l'enquête de 1993 renforce encore cette orientation, celui-ci ayant compétence pour l'organisation de l'ensemble des modes de transports.

Bien que la compétence de la STCUM soit limitée à la Communauté Urbaine de Montréal, la volonté de gérer et planifier les déplacements à l'échelle de l'aire d'attraction de la CUM a été affirmée très tôt. Ce choix a bien évidemment été confirmé par le Ministère des transports du Québec. Les interactions entre la CUM et les communes environnantes peuvent ainsi être traitées. De ce fait, l'aire d'enquête concerne la totalité de l'aire métropolitaine.

Les besoins de la STCUM en matière de gestion et planification des lignes de transports collectifs se situent à la fois à l'échelle de l'agglomération, mais aussi à un niveau local, voire microlocal. De ce fait, une très bonne précision a été recherchée tant dans la localisation des origines et destinations que dans l'itinéraire transport collectif. La participation du Ministère des transports au financement de l'enquête a contribué à l'élargissement de cette orientation à l'ensemble des modes de

transports. Cette recherche de précision sur le plan spatial trouve tout son sens avec des effectifs relativement importants sur l'ensemble du territoire métropolitain de manière à disposer de résultats ayant une validité statistique suffisante.

Ces enquêtes sont utilisées par les services d'études et de planification de la STCUM, ainsi que par le Ministère des transports. Elles servent aussi bien aux applications en transports collectifs grâce au système MADITUC, qu'aux applications routières à l'aide du modèle EMME2 développé par le Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal. La précision des données de localisation et le taux d'échantillonnage en font un instrument privilégié d'investigation pour toutes les études de déplacements réalisées au niveau du grand Montréal.

Le laboratoire de planification des transports du professeur CHAPLEAU réalise pour sa part de nombreuses recherches sur ces données. Quelques exemples d'applications sont présentés au chapitre IV. Elles ont toutes pu être réalisées grâce à la disposition de ces données et au système MADITUC. Toutefois, malgré cette utilisation en matière de recherche par le Laboratoire du professeur CHAPLEAU, la finalité première de l'enquête reste la planification des transports à l'échelle de l'aire métropolitaine. De ce fait, les renseignements saisis au cours de l'enquête restent limités à ces besoins. On peut ainsi être surpris par la grande différence de contenu entre ces enquêtes et les enquêtes ménages, comme l'illustre la présentation qui suit.

1 - Enquêtes de Montréal

1 - 1 Enquête régionale origine destination

Depuis 1961, la Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal (STCUM) réalise périodiquement une enquête origine destination sur le territoire du Grand Montréal. Elle est aidée en cela par l'équipe du Professeur CHAPLEAU de l'École Polytechnique de Montréal qui assure les développements méthodologiques successifs de cette enquête. Si les premières années, l'enquête est restée très classique, plusieurs innovations méthodologiques ont été introduites depuis 1970 : enquêtes téléphoniques, repérage spatial au côté d'îlot, codification automatique, procédures d'apurement, Toutefois, avant d'aborder ces différentes dimensions, nous présentons le cadre général des enquêtes origine destination.

1 - 1.1 Présentation générale

La première enquête origine destination a été réalisée en 1961. Elle se déroulait à bord des bus de la STCUM. En 1967, c'est le service de planification de la STCUM qui prend en charge l'organisation et la réalisation de l'enquête. La première innovation importante est apportée en 1970 avec l'utilisation du téléphone pour effectuer les enquêtes. L'objectif était d'élargir l'échantillon à l'ensemble de la population et non plus seulement aux utilisateurs des transports collectifs, et d'assurer un meilleur contrôle de la qualité de l'enquête. L'enquête suivante prend place en 1974. Ce sont déjà 30 téléphonistes qui sont nécessaires à son bon déroulement. Le taux de sondage est porté à 5% de la population. Les enquêtes de 1978 et 1982 suivent la même méthodologie avec des taux de sondage comparables.

A l'occasion de l'enquête de 1987, la STCUM aidée par l'équipe du Professeur CHAPLEAU de l'École Polytechnique de Montréal, procède à une innovation méthodologique majeure. Le repérage des localisations ne s'effectue plus par le biais d'un découpage zonal, mais grâce au système des codes postaux de Postes Canada qui permet un repérage au côté d'îlot. L'objectif, est bien évidemment d'améliorer la précision des données, mais surtout de pouvoir fonder un modèle totalement désagrégé d'analyse des déplacements urbains.

La dernière enquête s'est déroulée en 1993. Elle bénéficie de l'introduction de la saisie directe sur ordinateur des données. L'objectif est ici de réduire les coûts, la durée nécessaire à la disposition des fichiers et l'amélioration de la qualité de l'information produite grâce au développement de procédure de codification automatique (notamment de localisation) et de validation des données. A

l'avenir, l'objectif est de réaliser les enquêtes peu après les recensements, qui ont lieu tous les 5 ans, le dernier en date étant de 1991.

1 - 1.2 Méthodologie d'enquête

L'enquête se déroule sur la période septembre - décembre. Elle se décompose en plusieurs étapes :

- le choix du territoire,
- le choix de l'échantillon,
- l'information de la population,
- la sélection et la formation du personnel d'enquête,
- la rédaction du questionnaire,
- la réalisation de l'enquête,
- la codification et la validation des données.

La présentation qui en est faite ci-après correspond essentiellement aux situations de 1987 et de 1993.

Territoire

Le territoire retenu pour l'enquête de 1993 s'étend sur 3.500 kilomètres carrés. Il regroupe près de 130 municipalités, totalisant 3,263 millions d'habitants et 1,295 millions de ménages. Il correspond au bassin d'emploi et de résidence du très Grand Montréal. Il ne s'appuie pas sur un découpage géographique, mais suit le mouvement d'étalement urbain afin de s'adapter à la zone d'attraction de l'agglomération. Par rapport à 1987, le territoire s'est agrandi d'une vingtaine de municipalités en périphérie.

Le territoire est constitué par l'île de Montréal (Communauté Urbaine de Montréal), l'île de Laval, les communes de la Rives Sud et un grand nombre de communes environnantes.

Données des dernières enquêtes réalisées :

Année	Surface (km ²)	population (en milliers)	ménages (en milliers)	taux de sondage (%)	déplacements (en milliers)
1970	1.289	2.574	752	3,78	199
1974	2.331	2.824	897	4,78	265
1978	2.331	2.954	1.032	5,31	305
1982	3.341	2.895	1.071	6,98	492
1987	3.350	2.900	1.080	5,00	
1993	3.500	3.263	1.295	5,00	

Plusieurs compagnies de transports collectifs opèrent sur ce territoire : la STCUM sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal, la Société de Transport de la Ville de Laval (STL) sur l'île de Laval, la Société de Transport de la Rive-Sud de Montréal (STRSM) sur le territoire de la rive Sud de la Communauté Urbaine de Montréal, enfin quelques Conseils Inter-municipaux de Transport (CIT).

Echantillon

L'échantillon est issu du fichier ménage de facturation de Bell Canada, société canadienne des téléphones. Ce fichier ne comprend pas les numéros de téléphone commerciaux. Il correspond donc aux pages blanches de l'annuaire téléphonique. L'utilisation du fichier de facturation, plutôt que du fichier des abonnés, permet de sélectionner un seul numéro par ménage. Ensuite un tirage aléatoire est effectué sur ce fichier pour en extraire 7,14% des ménages. C'est ce dernier fichier qui est utilisé pour réaliser les enquêtes. Il coûte environ un franc par ménage. Compte tenu des refus de réponse, des ménages injoignables, etc. l'échantillon final, soit 65.000 ménages en 1987, représente 5% des ménages.

La liste des abonnés de Bell Canada étant structurée et triée selon le code postal du domicile des abonnés, la méthode d'échantillonnage systématique consiste à choisir toutes les quatorzièmes unités. On dispose ainsi d'un échantillon uniformément réparti sur l'ensemble du territoire. De plus, lors de l'enquête, on s'assure d'un taux de sondage et d'un nombre d'enquêtes suffisant dans chacun des secteurs d'enquête. En 1987, la répartition des enquêtes par grand secteur est la suivante :

Communauté Urbaine de Montréal	33.104
Ile de Laval	5.689
Rive-Sud (7 municipalités)	7.744
Périphérie	18.722
Total	65.259

Enfin, le choix du jour et de la semaine d'enquête respecte certaines règles visant à assurer la meilleure représentativité possible.

Cette technique d'échantillonnage donne de bons résultats. Toutefois, certains ménages en sont exclus. Les ménages sans téléphone ne peuvent être atteints, même si leur nombre est très faible au Québec. Il en est de même des personnes disposant d'un local commercial à domicile, dont le numéro est le même que celui du domicile et qui sont inscrits uniquement sur l'annuaire professionnel. Le cas des ménages collectifs (étudiants en résidence, maison de retraite, ...) est également délicat. Enfin, de plus en plus de ménages se font inscrire sur liste rouge. Pour ces derniers, la Société des téléphones canadiens accepte de fournir leur nombre ainsi que leur répartition dans l'espace selon l'indicatif téléphonique. Toutes ces difficultés sont cependant minimisées par la disposition de données très précises provenant du recensement de la population, réalisé tous les 5 ans par Statistiques Canada. Ces données sont disponibles le plus souvent à l'îlot. Elles permettent de redresser les données à l'îlot, sous réserve d'une hypothèse de comportement identique des ménages sur liste rouge par rapport aux ménages enquêtés. C'est évidemment une hypothèse forte qui n'a jamais été validée dans le domaine des transports. Par contre, Ph. TASSI (TASSI, 1992) dans une étude sur l'audience des médias a montré que les caractéristiques de sexe, âge et activité des ménages sur listes rouges étaient, en France, identiques à celles des ménages qui n'y sont pas.

Le développement des répondeurs et les options de filtre des communications qu'ils commencent à proposer aux abonnés, inquiètent davantage les responsables de l'enquête. Il amène à porter une attention toute particulière à l'information de la population.

Le redressement des données s'effectue ensuite sur la base du ménage. Les coefficients de redressement sont calculés à partir des données du recensement réalisé par Statistiques Canada. Dans un premier temps, le découpage retenu est celui des municipalités ou subdivisions de recensement. Ensuite les secteurs de recensement, qui correspondent approximativement aux îlots, sont utilisés pour effectuer la pondération fine.

Information de la population

De nombreuses actions d'informations et de sensibilisations sont réalisées grâce à l'aide de la presse écrite, parlée et télévisée, ainsi que par le biais de campagnes de publicité. Tous les élus de la zone d'enquête sont personnellement informés de la tenue de l'enquête. De plus, chaque ménage sélectionné reçoit un courrier une semaine avant l'appel téléphonique l'informant de la réalisation d'une enquête téléphonique. Dans ce courrier figure un numéro de téléphone pour obtenir des renseignements ainsi qu'un aperçu du genre de questions posées.

L'ensemble de la communication est centré sur le bien-fondé et l'importance de cette enquête et sur la confidentialité des renseignements fournis.

Sélection et formation du personnel d'enquête

C'est un personnel important qui est nécessaire pour réaliser l'enquête. L'équipe de téléphonistes comprenait une cinquantaine de personnes pour réaliser les 65.000 enquêtes en 1993. A cet effectif, il faut ajouter le personnel assurant la codification et la validation automatique des données. Enfin, le personnel d'encadrement est en grande partie fourni par la STCUM et l'École Polytechnique. Lors de l'enquête de 1993, le ministère des Transports du Québec a également apporté sa contribution.

L'ensemble du personnel reçoit une formation permettant de s'assurer d'une bonne qualité de réalisation des enquêtes.

Rédaction du questionnaire

Depuis les premières enquêtes origine destination réalisées par téléphone, le questionnaire de l'enquête a peu évolué. Il ne contient que les renseignements nécessaires aux études de planification des réseaux de transport de l'agglomération de Montréal. Il a été conçu de telle sorte que son déroulement n'excède pas en moyenne 7 à 8 minutes par ménage, l'expérience montrant qu'au-delà, le taux de refus de participation ou d'interruption en cours d'enquête a tendance à augmenter.

Le questionnaire de l'enquête de 1987 (Cf. en annexe) comprend les renseignements suivants :

Ménage :

- jour de l'enquête,
- statut de l'enquête,
- enquêteur,
- nombre de personnes dans le ménage,
- nombre d'autos dans le ménage,
- adresse du ménage,

Personne :

- rang de la personne dans le ménage,
- âge,
- sexe,
- auto propriétaire,

Déplacement :

- motif : travail, études, loisirs, magasinage (achats), autres, retour au domicile,
- destination,
- heure de départ,
- mode de transport : automobile conducteur ou passager, transport collectif (bus (en spécifiant le(s) opérateur(s)), métro, train de banlieue), autobus scolaire, autres autobus, taxi), moto, vélo, à pied,
 - si transport collectif détail des lignes empruntées (jusqu'à 5 lignes),
 - si point de jonction intermodale : mode privé vers transport collectif ou l'inverse + adresse du point de jonction,
- heure du retour au domicile.

Le déplacement est défini comme *"l'action de se mouvoir d'un endroit à un autre, pour un motif précis. On entend par origine, le point de départ d'un déplacement, et par destination, son point d'arrivée final"* (STCUM, 1987).

Dans cette enquête, les accompagnements ne sont pas pris en compte, sauf s'ils constituent le motif unique du déplacement. D'autre part, compte tenu de la précision de l'enquête, il est probable qu'une partie des petits déplacements (principalement ceux réalisés à pied ou pour des arrêts pour de petites courses, comme acheter du pain ou des cigarettes, ..., au cours d'un trajet ayant un autre motif principal) échappe au recueil.

Il s'agit bien évidemment d'une limite de cette enquête, principalement liée à la volonté de réduire la durée et la complexité du recueil de données. Toutefois, compte tenu des principales utilisations de l'enquête, l'incertitude ainsi introduite reste faible.

Pour l'enquête de 1993, à la demande de l'équipe de l'Ecole Polytechnique de nouvelles questions ont été introduites :

- permis de conduire à la place de la question auto propriétaire,
- stationnement pour les déplacements en voiture particulière, permettant de savoir par qui est payé le stationnement (gratuit, remboursé ou payé partiellement par l'employeur, remboursé ou payé totalement par l'employeur, entièrement à votre charge, co-voiturage ou frais partagés, ne sait pas, refus de répondre),
- itinéraire automobile. Cette question est limitée aux ponts empruntés pour la circulation inter-rives. Elle pourrait être élargie aux grands axes routiers utilisés à l'occasion d'une prochaine enquête. L'objectif est de pouvoir développer le système MADITUC pour l'automobile et d'améliorer le module d'affectation des déplacements.

L'enquête de 1993 devrait être accompagnée d'une grande campagne de comptages sur tous les ponts et les principaux axes routiers sur le périmètre de l'enquête. Ces recueils devraient permettre de comparer ces deux sources de données et d'estimer la part des déplacements non repérés par l'enquête origine destination (déplacements des non résidents permanents de la zone, flux de transit et d'échange, déplacements de livraisons ou de marchandises, ...).

Réalisation de l'enquête

L'enquête de 1993 a été réalisée à l'automne entre le 8 septembre et le 17 décembre.

L'ensemble des activités, menant à la réalisation de l'enquête se subdivise en trois phases :

- préparation des systèmes d'information,
- réalisation de la collecte des données,
- traitement des informations.

Elle se déroule normalement sur une période de 2 ans (automne 1992 à juillet 1994).

La préparation des systèmes d'information comprend les phases suivantes :

- développement du logiciel de saisie des données (novembre 1992 à mars 1993),
- mise à jour des bases de données concernant les réseaux de transports collectifs et viaires, les territoires, et la base nécessaire à la codification des adresses comprenant les fichiers de générateurs (c'est-à-dire de tous les lieux pouvant être cités par les enquêtés pour indiquer une localisation), de rues et d'intersections de rues (mars à mai 1993),
- développement de la procédure de géolocalisation des adresses (avril à juillet 1993),
- opérationnalisation du logiciel de saisie directe des données (mai à juin 1993),
- rédaction finale du questionnaire, échantillon, préparation du matériel utilisé par l'encadrement (mars à juillet 1993),
- publicité et promotion de l'enquête (juillet à septembre 1993),

Le traitement des informations comprend les phases suivantes :

- géolocalisation des données (octobre 1993 à février 1994),
- validation des données (décembre 1993 à avril 1994),
- production des fichiers (mai à juin 1994),
- enfin production du rapport final en juillet 1994.

L'ensemble de ces activités est géré par un comité de pilotage associant des personnels de la STCUM et du Ministère des Transports.

L'enquête est réalisée tous les jours de la semaine de 16 heures 30 à 21 heures 30. Elle porte sur la veille du jour où l'enquête est réalisée, sauf pour le lundi pour lequel sont saisis les déplacements du vendredi précédent. En 1993 le lundi a été remplacé par le samedi entre 13 et 17 heures et le dimanche entre 16 heures 30 et 21 heures 30.

Si un ménage n'a pu être contacté au bout de trois appels le soir, une nouvelle série de tentatives est effectuée l'après-midi. Les renseignements sont saisis pour l'ensemble des personnes du ménage, mais c'est la personne qui répond au téléphone (ou celle qui prend le téléphone pour

répondre aux questions sur le ménage) qui fournit les données pour tous les membres du ménage. Cette méthode introduit probablement un biais dans les réponses obtenues pour les personnes qui ne répondent pas directement au téléphone, surtout si elles ne sont pas présentes dans le domicile au moment de l'appel. Pour cette raison, cette procédure a été amendée en 1993. L'enquêteur a pour consigne d'enquêter directement une deuxième personne de plus de 15 ans. Pour les autres personnes du ménage, les renseignements sont fournis par l'un de ces deux répondants directs. Toutefois, pour avoir suivi le déroulement de l'enquête sur une soirée en octobre 1993, l'expérience montre que lorsque les "non répondants directs" sont présents au domicile, ce sont eux qui répondent même lorsque le "répondant attiré" transmet la réponse à la téléphoniste. Il n'en reste pas moins qu'en l'absence d'une personne au domicile, l'information est recueillie à travers les déclarations de l'un des deux répondants.

Les appels durent en moyenne de 7 à 8 minutes. Ainsi, chaque enquêteur réalise environ 30 enquêtes par jour.

Pour obtenir un taux de réponse élevé, diverses opérations sont réalisées. En premier lieu, l'information destinée au public est très développée (Cf. paragraphe précédent). Le personnel est spécialement formé à cet effet. Les responsables de l'enquête espèrent ainsi maintenir, voire améliorer le taux de réponses valides pour la prochaine enquête. En 1987, celui-ci avait été de 65,7%, alors qu'en 1982, il avait été plus élevé. Au total 81.282 numéros de téléphone ont été nécessaires. Ils se répartissent de la manière suivante :

statut de l'enquête	nombre	proportion
ménages complétés	53.384	65,7 %
ménages ayant refusé de répondre	12.222	15,0 %
ménages non rejoint	7.747	9,5 %
ménages sans service téléphonique	5.764	7,1 %
ménages rejetés suite au traitement	1.612	2,0 %
ménages de langue étrangère (autre que français, anglais, grec, italien, espagnol, chinois et arabe, langue parlée par au moins un enquêteur)	553	0,7 %
Total	81.282	100,0 %

Codification et la validation des données

Durant les enquêtes, les enquêteurs saisissent les adresses en clair ou, si l'enquêté ne connaît pas l'adresse, à partir d'un nom d'établissement ou de lieux ou encore par intersections de rues. Le codage est ensuite effectué informatiquement à partir des dictionnaires de base sur les "générateurs" (ensemble des lieux ayant un nom comme les entreprises, les administrations, les places, ...), sur les rues avec les numéros de rues entre chaque intersection, sur les intersections de rues. A chacun de ces lieux est associé un code postal.

Lorsque l'enquêté ne peut fournir l'adresse selon l'une des formes précédentes, l'enquêteur a pour consigne d'essayer d'obtenir une information même si elle est incomplète. Cette information sera ensuite utilisée pour créer une adresse probable ou pour la répartir entre plusieurs codes postaux affectés de poids dont la somme est égale à 1. Par exemple, si une adresse ne comporte que le nom de la rue sans le numéro, il est possible de répartir cette adresse au prorata des codes postaux obtenus dans cette rue au cours de l'enquête. Il est même possible de raffiner cette codification en faisant intervenir le motif du déplacement considéré. La répartition de cette adresse sera obtenue au prorata des codes postaux obtenus dans cette rue au cours de l'enquête pour le même motif. On peut également faire intervenir le mode, s'il est collectif en privilégiant les adresses situées à proximité de la ligne de bus en question, La procédure utilisée permet de construire une information probable à partir d'une information incomplète, plutôt que de la rejeter en totalité.

Cette procédure de codification, malgré l'importance du travail nécessaire à la constitution des dictionnaires, permet de faire des économies sur le codage des adresses, compte tenu de la finesse du repérage spatial. De plus, elle permet d'obtenir une bien meilleure qualité qu'une codification

manuelle. Cette dernière reste nécessaire pour toutes les adresses ne pouvant être codées de manière certaine à l'aide des algorithmes.

Une procédure de validation des données a été mise en place. Elle comporte un apurement aux bornes (détection des variables sortant de l'amplitude des valeurs admises), ainsi qu'un apurement logique (détection des incohérences entre les réponses fournies aux différentes questions). Ces tests sont effectués grâce aux dictionnaires d'informations de base, comme les fichiers réseaux, adresses, ... Il est par exemple possible de vérifier l'enchaînement des lignes de bus, la faisabilité des correspondances, l'adéquation entre les adresses fournies et les lignes de bus empruntées, la vérification qu'un déplacement réalisé pour motif achat s'effectue à une adresse où il existe des commerces,

La saisie directe a été introduite à l'occasion de l'enquête de 1993. Elle permet de supprimer les opérations de codage et de saisie qui sont intégrées dans l'enquête elle-même. Cette décision a été prise à la suite de l'expérience positive de Toronto (Cf. section suivante). Elle a été introduite pour plusieurs raisons (ALLARD, CHAPLEAU, 1988) :

- moindre coût d'enquête,
- disponibilité des données plus rapides,
- meilleur contrôle des données lors de la réalisation de l'enquête elle-même, grâce à des procédures de validation légère intégrées dans le logiciel de saisie directe,
- aide possible à l'enquêteur pour les cas d'enquêtes complexes.

Lors de l'enquête de 1993, la validation a été menée en deux étapes. La première relativement légère est effectuée quotidiennement sur les enquêtes réalisées au cours de la journée. Elle permet de corriger rapidement les enquêtes, au besoin en interrogeant de nouveau le ménage enquêté. La seconde est engagée à la fin de la période d'enquête.

1 - 1.3 Coûts d'enquête

Une partie des coûts est supportée directement par la STCUM et le Ministère des Transports. Il s'agit notamment de la mise à disposition de personnels pour le comité de pilotage et certaines tâches de supervision de l'enquête. L'apport de l'équipe du Professeur CHAPLEAU n'est pas non plus intégré dans cette évaluation, car il fait l'objet d'un contrat de recherche spécifique. Enfin les phases amont et aval de l'enquête (préparation des systèmes d'informations et traitement des données) ne sont que très partiellement pris en compte. L'ensemble de ces coûts qui ne sont pas comptabilisés directement sont évalués par la STCUM à 450.000 dollars canadiens 1993, tandis que les opérations sous traitées, qui sont détaillées ci-dessous représentent un million de dollars canadiens 1993.

Les coûts sont relatifs à l'année 1993 et exprimés en dollars canadiens de 1993 (1 dollar canadien = 4,50 francs français) :

Dépenses fixes (cartes municipales et codes postaux, classeurs métalliques, location de fauteuils, location d'un photocopieur, publications statistiques Canada, fichiers informatiques, location d'une table à dessin 4pix5pi, logiciel de saisie directe, biens divers (Fax, ...), imprimantes HP Laser)	75.000
Dépenses variables ressources humaines (firme de collecte des 65.000 interviews (45 à 50 téléphonistes), codificateurs-valideurs (8 personnes))	725.000
Dépenses variables matérielles (disquettes de saisie de données, échantillonnage, dépliants publicitaires (conception, impression, enveloppes, affranchissement), lettres aux autorités)	75.000
Dépenses variables micro (achat équipement micro-informatique, logiciels micro-informatique, disquettes 3,5 HD 1,44 Mg, classeurs avec serrure)	62.500
Total hors taxes	937.500
Total incluant les taxes	968.761

1 - 2 Autres enquêtes déplacements

1 - 2.1 Enquête Montée - Descente

L'enquête conduit à compter les usagers à la montée et à la descente à chaque arrêt d'une ligne de transport collectif. La période d'enquête porte sur une journée. L'ensemble des courses de la ligne est enquêté. Cette méthodologie permet d'obtenir la charge de la ligne arrêt par arrêt. En revanche, elle ne permet pas d'accéder aux origines et destinations sur la ligne, ni aux correspondances avec le reste du réseau. Toutefois, l'équipe du Professeur CHAPLEAU a mis au point un logiciel (MAXOD) de reconstitution des origine destination à partir des comptes montée-descente.

Chaque ligne du réseau est enquêtée à peu près tous les deux ans. Ces comptages ne sont pas réalisés simultanément sur toutes les lignes du réseau, mais plutôt au gré des besoins d'étude de la STCUM. Le comptage est également effectué chaque fois qu'une ligne est créée ou modifiée.

1 - 2.2 Enquête de satisfaction STCUM

Tous les ans, la STCUM réalise une enquête de satisfaction auprès de la clientèle des transports collectifs. L'objectif est d'approcher les préoccupations des usagers relativement à l'offre de transports collectifs, au service fourni, aux relations entre l'entreprise et la clientèle, à la sécurité et au confort et aux équipements annexes. Enfin le questionnaire est complété par quelques questions plus générales. Le questionnaire comporte un certain nombre d'items pour chacun de ces sujets. Les enquêtés expriment leur niveau de satisfaction par une note comprise entre 1 et 10 pour chacun de ces items.

L'enquête est effectuée par téléphone auprès de 4.000 personnes de 15 ans et plus, ayant utilisé la STCUM au cours des 7 derniers jours. Elle est réalisée sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal, de l'île de Laval et de la Rive Sud, au cours des mois de novembre et de décembre. La durée moyenne de l'enquête est de 14 minutes. Les ménages sont appelés jusqu'à 8 fois pour tenter de les rejoindre en cas d'absence. Le taux de réponse est de 65,4%. La personne répondant à l'enquête est sélectionnée de manière aléatoire au sein du ménage entre les personnes du ménage de plus de 15 ans ayant utilisé au moins une fois le réseau de la STCUM au cours des 7 derniers jours. Si cette personne n'est pas présente au domicile, l'enquêteur choisit, toujours de manière aléatoire, un non utilisateur. Le coût de l'enquête est de 50.000 dollars canadiens en 1992.

1 - 2.3 Comptages routiers

En dehors des ponts et de quelques axes autoroutiers (soit une trentaine de postes), il n'existe pas de poste de comptage permanent sur le territoire de l'aire métropolitaine de Montréal. Les comptages sont réalisés au gré des besoins d'étude des services du Ministère des Transports ou des collectivités concernées. Par contre, une campagne de comptages a été réalisée, en 1987, sur les grands axes routiers de l'agglomération. Une autre campagne est prévue en 1993 en simultanéité avec l'enquête origine destination. Elle sera principalement financée par le Ministère des Transports du Québec. Tous les ponts et les principaux axes routiers devraient être concernés.

Aucune enquête cordon n'a été réalisée sur l'agglomération de Montréal. Le trafic de transit ou d'échange n'est donc pas connu. Cette absence d'information ne semble pas toutefois être très problématique pour les responsables des transports de Montréal. Compte tenu de l'étendue de l'aire d'étude de l'enquête origine destination, le trafic d'échange non repéré par cette enquête est relativement faible. En ce qui concerne le trafic de transit, il est principalement concentré sur l'autoroute métropolitaine qui traverse l'agglomération montréalaise.

En l'absence de comptage et d'enquête cordon, le calage du modèle de trafic routier EMME2 utilisé sur Montréal est réalisé à partir des données de l'enquête origine destination. Il est cependant probable que la campagne de comptages prévue à la même période que l'enquête origine destination permettra d'affiner ce calage.

2 - Enquêtes régionales origine destination de Toronto

Comme pour Montréal, nous adoptons une présentation essentiellement méthodologique de l'enquête. Nous nous limitons aux deux dernières enquêtes de 1986 et 1991 qui présentent le plus d'avancées méthodologiques. Les autres bases de données utilisées pour la planification étant comparable à celles de Montréal, nous nous abstenons de les exposer ici.

2 - 1 Enquête de 1986

La présentation qui suit est tirée du rapport *"THE TRANSPORT TOMORROW SURVEY 1986 : Design and conduct of the survey"*

Etude préparée pour The Toronto Area Transportation planning Data Collection Steering Committee, par the Tranplan Associates et les membres of the Transportation Tomorrow Survey Work Group.

2 - 1.1 Introduction

The Transportation Tomorrow Survey est une enquête de transport majeure réalisée entre septembre et décembre 1986. Elle a consisté à interroger 61.000 ménages par téléphone dans l'aire métropolitaine de Toronto et dans les "municipalités régionales du Comté" d'Hamilton-Wentworth, Peel, York et Durham.

Le projet a été entrepris et réalisé par le Ministère des Transports et des Communications de l'Ontario et les six "municipalités régionales" comprises dans l'aire d'étude. En ce qui concerne l'aire métropolitaine de Toronto, la participation a été partagée entre The Metro Planning Department et The Toronto Transit Commission.

La dernière enquête importante en transport datait de 1964 (l'enquête origine destination MTARTS). Depuis 1977, les principales agences publiques ont régulièrement cherché à coordonner diverses bases de données, au sein du TATPDCSC (Toronto Area Transportation Planning Data Collection Steering Committee). En 1985, le TATPDCSC a envisagé la production d'une importante enquête qui puisse coïncider avec le recensement de la population de 1986.

2 - 1.2 Description de l'enquête

Les entretiens d'enquête ont été réalisés par téléphone entre le 16 septembre et le 13 décembre 1986. Ils ont été confiés à une société de recherche en marketing.

Un échantillon de ménages (noms, adresses et numéros de téléphone) a été commandé à la compagnie canadienne du téléphone (Bell Canada). Une lettre a été envoyée au préalable aux ménages concernés par le Regional Chairman et le Ministère des Transports et des Communications. L'échantillon utilisé se composait de 102.606 ménages, avec un taux de refus de 25,9%, un taux de réponse de 73,7% et un taux de validation de 60,1%.

Les interviews ont été effectuées par 60 téléphonistes de Toronto (couvrant Toronto, Durham, York et Peel) et 12 téléphonistes d'Hamilton (couvrant Hamilton-Wentworth et Halton).

Jusqu'à cinq essais ont été effectués par ménage (une ligne occupée n'étant pas prise en compte sur ces cinq tentatives) :

- 50,7% des interviews ont été réalisées à l'occasion du premier appel,
- 25,2% des interviews ont été réalisées à l'occasion du second appel,
- 12,2% des interviews ont été réalisées à l'occasion du troisième appel,
- 6,3% des interviews ont été réalisées à l'occasion du quatrième appel,
- 5,6% des interviews ont été réalisées à l'occasion du cinquième appel.

Les enquêteurs enregistraient les réponses sous une forme codée et effectuaient 3,5 interviews par heure.

	Nombre d'interviews complétées	% de l'ensemble des ménages
Metropolitan Toronto	34.398	4,0%
Peel	7.661	4,2%
Hamilton-Wenworth	6.549	4,1%
York	4.628	4,6%
Durham	4.388	4,1%
Halton	4.050	4,5%
Inconnu/externe	34	0,1%
Total	61.708	4,1%

2 - 1.3 Coût de l'enquête

Le coût de l'enquête est de 800.000 \$. Il faut ajouter diverses contributions de la part des agences participantes. Le Ministère des Transports et des Communications a également donné son accord pour le financement du coût total de l'enquête pilote (test de l'enquête).

* Sources de financement :

- 1.- Financement conjoint Région et Province, 827.000 \$ (Province 627.000 \$ et Régions 200.000 \$),
 - 2.- Financement spécial des Provinces pour l'enquête pilote et le carnet de bord, 86.000 \$,
 - 3.- Offres, services et main d'oeuvre fournies par les agences, 130.000 \$.
- Total 1.043.000 \$.

Résumé des dépenses :

1.- Administration	88.000 \$
2.- Enquête pilote	37.000 \$
3.- Interviews par téléphone	501.000 \$
4.- Codage géographique	301.000 \$
5.- Autre	65.000 \$
6.- Carnets de bord	51.000 \$
Total	1.043.000 \$

2 - 1.4 Questionnaire proposé

Bonjour, mon nom est je vous appelle pour l'enquête concernant les transports de demain. Vous êtes bien le ménage qui vit à ?

Changer ou corriger l'adresse si nécessaire.

S'il s'agit du lieu de travail, vérifier le numéro de téléphone et demander s'il s'agit également du domicile

Vous avez dû recevoir une lettre expliquant le but de cette enquête des gouvernements régionaux et provinciaux sur les modèles de déplacements, vous informant de mon appel. Je voudrais commencer le questionnaire maintenant si c'est possible. Tout ce que je vous demande sera strictement confidentiel.

Répondre aux questions ou programmer un appel ultérieur si l'interviewé n'est pas capable de fournir les informations relatives aux déplacements.

Tout d'abord, je souhaiterais vous poser quelques questions relatives à votre ménage

1. *Vivez-vous dans une maison ou un appartement ?*
2. *Combien de personnes vivent habituellement à votre domicile ?*
3. *De combien de véhicules motorisés tels que voitures, camionnettes ou 2 roues, les membres de votre ménage disposent-ils ?*

4. *Quel âge avez-vous ? (enregistrer le sexe)*
5. *Avez-vous un permis de conduire ?*
6. *Avez-vous un emploi ?*
 si oui au domicile ou ailleurs ?
 à temps complet ou partiel ?
 si non êtes-vous étudiant ou autre ?
7. *Qu'elle est la personne suivante composant votre ménage ?*
 questions 4 à 6 à chaque fois
 A présent je voudrais vous interroger sur vos déplacements et ceux des autres membres de votre ménage effectués hier
8. *Quittez-vous votre domicile à l'occasion de votre premier déplacement ?*
- 8a. *Si non d'où venez-vous ?*
9. *Où allez-vous ? Y allez-vous directement ou non ?*
 Si l'arrêt correspondait à un but particulier, faire de l'arrêt une destination, et enregistrer le déplacement de cet arrêt à la prochaine destination comme un autre déplacement. S'il s'agit d'une intersection préciser les noms des rues se croisant
 Où ça ?
 Dans quelle ville ou quartier cela se situe-t-il ?
10. *Comment vous y êtes vous rendu ?*
 Si transport collectif demander les lignes de bus empruntées
11. *A quelle heure avez-vous commencé ce déplacement ?*
12. *Quel était le but de ce déplacement ?*
 Si le renseignement n'est pas déjà évident
13. *Où êtes-vous allé ensuite ?*
 questions 9 à 12
14. *A présent je voudrais vous poser les mêmes questions pour les autres membres de votre ménage.*
 MERCI POUR VOTRE COOPERATION

2 - 1.5 Codage des réponses

Le codage des données s'est accompagné d'une validation automatique des données (apurement aux bornes et logiques). Les enregistrements acceptés étaient fournis à une équipe du personnel de TATPDCSC pour le codage des adresses de toutes les origines et destinations dans les enregistrements de déplacements.

Le codage des données d'adresse fut accompli par l'utilisation d'un nouveau procédé automatisé développé spécifiquement pour The Transportation Tomorrow Survey. Le système, basé sur micro-ordinateur, utilisait les fichiers de Statistiques Canada (Statistics Canada Area Master Files) pour affecter une coordonnée unique x-y pour chaque adresse (système de coordonnées UTM capable de localiser chaque point de la terre avec une précision d'un mètre). The Area Master Files affecte les adresses au centre des côtés d'îlot respectifs.

Le logiciel de géocodage a été développé avec la capacité de traiter les intersections et monuments aussi bien que les adresses de rue détaillées. Les personnes interrogées reportaient l'extrémité finale de leurs déplacements de la manière suivante :

- adresses détaillées 52%
- monuments 30%
- intersections 18%

2 - 1.6 Taux d'échantillonnage

Taux d'échantillonnage minimum recommandé par le bureau américain des routes publiques :

Population	Pourcentage minimum	Pourcentage recommandé
Moins de 50.000	10%	20%
50.000 -150.000	5%	12,5%
150.000-300.000	3%	10%
300.000-500.000	2%	6,6%
500.000-1.000.000	1,5%	5%
Plus de 1.000.000	1%	4%

2 - 2 Enquête de 1991

Cette présentation est tirée du rapport *"1991 TRANSPORT TOMORROW SURVEY: Design and conduct of the survey"*

Préparé pour the Toronto Area Transportation Planning Data Collection Steering Committee; August 1992; Data Management Group, University of Toronto, Joint program in transportation

2 - 2.1 Généralités

Cette enquête a été réalisée pour assurer la mise à jour de celle réalisée en 1986. Elle s'est déroulée de septembre à décembre. Elle a porté sur plus de 22.000 ménages appartenant aux "municipalités régionales de Comté" (Regional municipalities) suivantes :

- Durham,
- Hamilton-Wentworth,
- Halton,
- Metropolitan Toronto,
- Peel,
- York.

2.200 enquêtes supplémentaires ont été conduites dans les petites communes immédiatement adjacentes aux banlieues des communes citées précédemment.

L'enquête a été entreprise et financée par le Ministère des Transports de l'Ontario, les 6 "municipalités régionales de Comté" du territoire d'enquête et la commission de transport collectif de Toronto (Toronto Transit Commission). La date de l'enquête a été choisie de telle sorte qu'elle puisse se dérouler en même temps que le recensement, comme pour celle de 1986.

2 - 2.2 Planification et élaboration de l'enquête

La planification de l'enquête a débuté fin 1989. Une structure de coordination a été mise en place à cette date sous la responsabilité du TATPDCSC. Des groupes de travail ont également été constitués sur les thèmes suivants :

- élaboration ("design") de l'enquête,
- élaboration de l'échantillonnage,
- contrôle de qualité,
- publicité,
- codage,
- validation,
- financement.

En raison des contraintes financières, l'enquête de 1991 a porté sur un échantillon plus petit que celle de 1986. Le taux de sondage de 1986 (4,1%) a été maintenu dans les zones ayant connu la plus forte croissance de population (plus de 17%), alors que dans les autres zones, il était ramené à 0,5%. L'aire d'enquête a été étendue pour inclure les "municipalités régionales" adjacentes au Grand Toronto (Greater Toronto Area).

La principale innovation dans la réalisation de l'enquête, par rapport à celle de 1986, a concerné la saisie directe sur ordinateur des questionnaires lors de l'interview. Les objectifs principaux ayant guidé ce choix sont l'amélioration du contrôle de qualité de l'enquête et une réduction du temps nécessaire à la saisie complète des enquêtes.

2 - 2.3 Interviews

Les interviews ont été conduites par téléphone entre le 5 septembre et le 15 décembre 1991. Elles se déroulaient entre 18 et 22 heures la semaine et entre 12 et 17 heures le samedi. Elles portaient sur le jour de semaine précédent le jour d'enquête, à l'exception de certains jeudis qui ont été enquêtés des samedis pour éviter une sur-représentation du vendredi. 75 personnes ont été embauchées comme enquêteurs ou superviseurs.

L'échantillon a été obtenu auprès de Teledirect, filiale de Bell Canada, à partir du fichier des numéros de téléphone résidentiel (pages blanches de l'annuaire téléphonique). Il a été fourni avec l'adresse (nom de rue et code postal). Jusqu'à 8 appels ont été effectués pour atteindre les ménages.

Durant les premières semaines de l'enquête une importante grève est survenue chez Postes Canada, immédiatement suivie d'une grève des employés de l'entreprise de transport collectif de Metropolitan Toronto. Cette seconde grève a conduit à suspendre l'enquête pendant toute sa durée ainsi que pendant les 10 jours qui ont suivis. Les organisateurs de l'enquêtes estiment que ces grèves n'ont pas du altérer la qualité des données produites.

2 - 2.4 Codage

Le codage sur ordinateur a permis de faire un premier test succinct de cohérence générale de l'enquête, ainsi qu'en fin d'enquête d'un ménage, un récapitulatif visuel de l'ensemble de l'enquête. Une validation plus précise a été ensuite réalisée. En cas de besoin, le questionnaire était retourné à l'enquêteur pour qu'il rappelle le ménage interrogé afin d'obtenir les précisions nécessaires. Toutefois, en raison du premier test réalisé au cours de l'enquête les rappels ont été peu nombreux.

Statistiques d'enquête

nombre de postes d'interview ordinateur + téléphonistes	33
nombre de personnes recrutées téléphonistes + superviseurs	75
moyenne d'enquêtes validées réalisées par heure payée	3,76
échantillon utilisé pour réaliser l'enquête	34.167
contacts téléphoniques établis	27.813
refus de réponse	3.160 (11,4%)
enquêtes réalisées	24.653
enquêtes invalides	146
enquêtes valides	24.507

Répartition des enquêtes entre les communes

	Nombre d'interviews valides	% de la population de la "municipalité régionale"
Metropolitan Toronto	7.363	0,9%
Durham	2.951	1,8%
York	4.384	2,7%
Peel	3.964	1,7%
Halton	1.509	1,4%
Hamilton-Wentworth	2.116	1,4%
communes adjacentes	2.224	4,1%
Total	24.507	1,4%

Une fois la validation terminée, les adresses ont été codifiées en coordonnées x-y selon le système de coordonnées UTM, comme en 1986. Ce codage a été principalement réalisé informatiquement, grâce notamment au fichier Area Master Files de Statistiques Canada qui fournit les coordonnées UTM de chaque centroïde de côté d'îlot et de chaque intersection repérée par les noms de rue ou le code postal. Cette opération s'est déroulée tout au long de l'enquête pour permettre d'obtenir un complément d'information auprès des enquêtés lorsque cela s'avérait nécessaire. Cet objectif a nécessité de recourir à une équipe de 6 codeurs-vérificateurs supervisés par un responsable du codage. A part quelques exceptions l'objectif a été atteint puisque les enquêtes étaient complètement codées/validées dans un délais de 3 jours et l'opération a été entièrement terminée fin janvier 1992, alors qu'en 1986 cette opération ne s'était achevée que 6 mois après la fin de l'enquête.

2 - 2.5 Coût d'enquête

Le budget prévu pour l'enquête, incluant le développement du système, l'analyse et la production des rapports est de 877.000 \$canadiens pour un minimum de 23.000 enquêtes validées. Le budget s'est finalement établi à 834.000 \$ pour 24.500 enquêtes valides, se répartissant en :

développement du système	173.000 \$
réalisation de l'enquête	481.000 \$
analyse et rapports (estimation)	180.000 \$

Analyse de la structure des coûts de 1986 et 1991

Coûts variables (proportionnels au nombre d'enquêtes)				
	1991		1986	
	Total (en \$)	\$/ménage	Total (en \$)	\$/ménage
interview	208.000	8,49	403.000	6,54
codage	50.000	2,03	423.000	6,85
divers	53.000	2,18	144.000	2,33
Sous total	311.000	12,69	970.000	15,72
Coûts fixes (non directement relié au nombre d'enquêtes)				
	1991		1986	
	Total (en \$)	\$/ménage	Total (en \$)	\$/ménage
test de l'enquête	5.000		47.000	
management de l'enquête	92.000		112.000	
autres	73.000		83.000	
Sous total	170.000	6,94	242.000	3,91
Total	481.000	19,63	1.212.000	19,63

Cette évaluation a été réalisée en majorant les coûts de 26% pour l'enquête de 1986 pour tenir compte de l'inflation entre les deux périodes. Le coût des interviews a été plus important en 1991, car la rémunération des enquêteurs était élevée pour recruter et conserver de bons enquêteurs tout au long de l'enquête. Les enquêteurs étaient rémunérés 8\$ de l'heure au cours des 2 premières semaines. Puis en fonction de leur performance leur rémunération variait de 9 à 12 \$ de l'heure. La moyenne s'établit à 10,30 \$, soit de l'ordre de 20% de plus que le marché. Il en est de même pour les superviseurs. La rémunération était de 11 \$ pour les deux premières semaines, puis de 12,5 à 14 \$ selon la performance avec une moyenne de 12,62 \$ de l'heure. En revanche des gains importants ont été obtenus sur l'opération de codage grâce à la validation des données réalisées au cours de l'interview (amélioration de la qualité des données) d'une part et à l'amélioration du logiciel de géocodage des adresses d'autre part.

2 - 2.6 Conclusions et recommandations

La structure organisationnelle retenue a permis de réduire l'utilisation du personnel des différents organismes participant à l'enquête par rapport à 1986. De plus, elle assure une continuité

dans la direction de l'enquête. Il est souhaitable qu'une seule personne ait la responsabilité de l'ensemble du déroulement de l'enquête du début à la fin.

Le codage direct de l'enquête est hautement souhaitable pour améliorer la rapidité d'exécution de l'enquête. Il faut toutefois prévoir :

- d'intégrer dans un processus informatique unique : l'échantillonnage, le codage et des indicateurs de performance et d'avancement de l'enquête,
- une période de test suffisamment longue doit être prévue dans le planning de l'enquête. 12 à 18 mois sont nécessaires pour un premier codage direct, 6 à 12 mois pour le renouvellement de l'opération,
- une équipe d'appui technique (informatique) doit être prévue pour régler les problèmes au fur et à mesure.

La validation de l'itinéraire transport collectif lors de l'enquête a permis de réduire de manière importante les données incomplètes ou incohérentes et donc d'améliorer le pourcentage d'enquêtes validées.

Par rapport à l'enquête de 1986, les enquêteurs et superviseurs ont été plus performants pour plusieurs raisons :

- nombre plus faible de personnes recrutées,
- localisation au centre-ville de l'équipe,
- possibilité de retenir le personnel ayant réalisé l'enquête de test du questionnaire comme superviseur de l'enquête,
- formation approfondie,
- rémunération de base plus élevée et bonification accrue,
- environnement de travail plus agréable.

Le géocodage informatisé permet un gain important par rapport à un codage zonal manuel.

Il est recommandé de porter le taux de sondage à 5% sur l'ensemble du territoire de l'enquête, car même dans les zones n'ayant pas connu de croissance de population, on peut observer des modifications significatives dans les pratiques de mobilité.

2 - 2.7 Renseignements complémentaires

Les travaux nécessaires à la saisie directe des enquêtes ont débuté en mai 1990 par le choix du bureau de consultant (B-A Consulting) chargé de la mise en œuvre du logiciel de saisie directe. En décembre 1990, des pré-tests ont été réalisés sur 22 interviews. En février 1991, un second pré-test a été conduit auprès de 93 ménages. Enfin le dernier pré-test s'est déroulé en juin 1991. En juillet 1991, une pré-enquête (pilot survey) a été effectuée auprès de 817 ménages.

Par rapport au questionnaire de 1986, les ajouts suivants ont été introduits :

- localisation du travail,
- nom de l'école,
- disposition d'une place de parking sur le lieu de travail.

Bases de données utilisées pour le codage automatique des adresses :

- 1- fichier de conversion des codes postaux : fichier fournissant les coordonnées x-y du centroïde de côté d'îlot pour chaque code postal,
- 2- fichier des monuments (bâtiments, lieux publics, noms des entreprises, des commerces, ...) repérés par les coordonnées x-y. Le fichier constitué en 1986 a été réutilisé et complété par quelques nouvelles adresses, notamment la saisie exhaustive des lieux d'enseignement, des hôpitaux et lieux de soins et des crèches. Ce fichier comprend 19.000 adresses,
- 3- fichier des noms de places,
- 4- fichier des adresses de rues à partir de l'"Area Master Files".

Statistiques sur le taux de réponse

	Nombre de ménages
fichier disponible (Bell Canada)	57.599
adresse non utilisée	20.671
courrier envoyé	36.928
appel non réalisé en raison de la grève	1.961
appel non réalisé en fin d'enquête	800
échantillon utilisé	34.167
pas de réponse après 8 tentatives	2.115
téléphone hors service	1.504
téléphone professionnel non utilisable pour l'enquête	1.909
refus de réponse	3.160
enquête incomplète ou non utilisable malgré les tentatives de rappel	776
enquête rejetée après l'apurement général	113
enquête rejetée lors de l'opération de géocodage	33
fichier disponible	24.507

3 - Autres bases de données

Le système MADITUC se trouve au centre d'un système d'information constitué par un triptyque : demande, territoire et réseaux. Les enquêtes origine destination fournissent l'information sur la demande de transport. En revanche, les deux autres composantes sont alimentées par d'autres bases de données que nous présentons dans cette section.

3 - 1 Bases de données territoires

3 - 1.1 Dictionnaire des municipalités

Il contient la liste des municipalités avec leur code.

3 - 1.2 Dictionnaires des codes postaux de Postes Canada

Le fichier des codes postaux est établi par Postes Canada pour faciliter le tri et la distribution du courrier. C'est un code alphanumérique à six caractères, dont les trois premiers correspondent à des régions précises et stables appelées régions de tri d'acheminement (RTA, il y a 141 RTA). Les trois derniers caractères correspondent à l'unité de distribution locale (UDL). Dans les régions urbaines, l'UDL peut être associée à une petite partie, aisément définie, d'une RTA, comme un côté d'îlot, un immeuble (d'appartements ou de bureaux) ou encore une entreprise ou organisation qui reçoit beaucoup de courrier par la poste. En régions rurales, un nombre restreint de codes postaux (parfois un seul) est attribué à chaque municipalité.

Les codes postaux peuvent être référencés spatialement à l'aide des coordonnées géographiques (système international de coordonnées UTM) à l'aide d'un fichier de Statistique Canada qui fait le lien entre les "côtés d'îlot" et le code postal. Le fichier des codes postaux est régulièrement remis à jour par la Société des Postes qui l'utilise quotidiennement. 100.000 codes postaux sont nécessaires pour couvrir le territoire d'enquête.

Lors de l'enquête origine destination de 1987, 43.000 codes postaux ont été actifs (c'est-à-dire que l'adresse correspondante a été citée au cours de l'enquête). De plus, pour les besoins de l'enquête, 5 à 6.000 codes ont été ajoutés pour identifier les places, les parc, ... soit des zones non concernées par la distribution du courrier.

3 - 1.3 découpages

Au-delà des deux découpages cités ci-dessus, plusieurs autres sont utilisés pour les besoins des études de planification :

- "trafic zone" découpage utilisé pour les études effectuées à l'aide du logiciel EMME2. Il sert lors de la phase de génération pour la qualification des zones en termes d'emplois, de population et de commerces. Il comprend 700 zones,
- "transit zone" : ce découpage est également utilisé pour les études EMME2 lors de la phase d'affectation. Il comprend 1.500 zones,
- secteur de recensement : découpage utilisé pour le recensement. Il contient 500 zones pour l'ensemble de l'agglomération de Montréal,
- secteur de dénombrement : découpage utilisé pour le recensement. Chaque zone comprend 250 à 300 ménages. Il contient 4.134 zones pour l'ensemble de l'agglomération de Montréal.

Ces différents découpages s'emboîtent les uns dans les autres. Grâce aux dictionnaires d'équivalence entre zones, il est aisé de passer de l'un à l'autre.

3 - 2 Bases de données réseaux

3 - 2.1 "Area Master File"

Il contient la totalité du réseau viaire digitalisé, avec les noms et numéros de rues et les codes postaux associés. L'information sur les débits des voies n'est pas connue. Par contre, la classe de la voie est disponible.

3 - 2.2 Réseaux de transports collectifs

La STCUM et l'École Polytechnique de Montréal ont digitalisé le réseau de transports collectifs de l'agglomération montréalaise. Celui-ci est défini avec les caractéristiques de toutes les lignes du réseau : vitesse, fréquence, capacité des véhicules, itinéraires avec le repérage de la plupart des arrêts, ...

3 - 2.3 SIGGAR (arrêts de bus)

La constitution de la base de données SIGGAR est un projet de la STCUM en cours de réalisation. Il consiste à repérer très finement chacun des 8.000 arrêts du réseau de transports collectifs. Les arrêts sont également identifiés avec leurs principaux attributs : abribus, poteaux, informations fournies, ...

3 - 3 Recensement

Le recensement est effectué tous les 5 ans. Les données recueillies sont proches de celles disponibles en France. Elles sont disponibles soit à l'échelle du secteur de recensement (500 sur l'agglomération de Montréal) ou à celle du secteur de dénombrement (zone comportant de 250 à 300 ménages, il y en a 4.134 sur l'agglomération de Montréal). Cette base de données sert au redressement de l'enquête origine destination.

Le recensement comprend 2 questionnaires. Le premier plus léger est exhaustif, tandis que le second plus complet est administré au 1/5.

3 - 4 Autres bases de données

3 - 4.1 Dictionnaires des noms et numéros de rues

Il contient la liste des rues avec les numéros. Il permet d'associer un code postal à chaque adresse codée de manière alphanumérique.

3 - 4.2 Dictionnaires des intersections

Il permet d'associer des coordonnées x-y à chaque intersection de rue. A partir de ces coordonnées x-y, on peut obtenir le code postal, si l'on connaît le côté d'îlot correspondant dans l'intersection. Sinon, on peut associer le code postal le plus proche ou le plus probable ou encore établir une autre procédure au prorata de l'importance de chaque code postal situé à cette intersection,

3 - 4.3 Dictionnaire des générateurs ou "monuments"

Ce fichier a été construit progressivement à partir de l'enquête de 1982. Il a été enrichi par les adresses fournies par les enquêtés (après vérification) au cours de l'enquête de 1987. Il est complété au gré des informations disponibles ou lorsque des fichiers sur certains types de générateurs (comme les administrations, les lieux de commerces, les entreprises, ...) sont disponibles. Il a été également remis à jour avant la réalisation de l'enquête de 1993. Cette dernière continuera à l'alimenter pour les utilisations futures.

Un même lieu peut avoir plusieurs dénominations si celles-ci sont utilisées par la population.

Les données périmées ne sont pas supprimées, mais désactivées. C'est-à-dire que chaque information est accompagnée de la date d'entrée dans la base (ou de création du générateur) et s'il y a lieu de désactivation du générateur. De plus à l'issue d'une enquête origine destination, chaque fois qu'un lieu a été mentionné au cours de l'enquête, l'information est ajoutée dans le fichier. C'est donc un fichier qui se construit par accumulation d'informations.

3 - 4.4 Fichiers téléphoniques de Bell Canada

La Société des téléphones canadiens dispose d'un fichier comportant pour chaque numéro de téléphone, le nom du titulaire, son adresse, son code postal et l'indicateur de langue. Le fichier est subdivisé en deux parties. La première contient les ménages, la seconde les entreprises avec leur activité principale.

Bell Canada produit également un fichier des facturations téléphoniques contenant la même information. Toutefois, les abonnés disposant de plusieurs lignes n'y sont repérés qu'une seule fois. C'est ce dernier fichier limité aux ménages qui est utilisé comme base d'échantillonnage.

Bien que le fichier contienne l'information des abonnés sur liste rouge, cette dernière n'est pas fournie aux demandeurs. La Société Bell Canada accepte seulement de donner le nombre d'abonnés sur liste rouge par indicatif téléphonique de zone.

Pour chacun de ces dictionnaires, il est possible d'utiliser des procédures de recherche des mots les plus proches pour obtenir les codes des adresses mal orthographiées. Ces procédures tendent à s'améliorer. On peut ainsi faire des recherches par chaîne de caractères communes ou phonétiquement proches.

4 - Conclusions

L'équipe du Professeur CHAPLEAU dispose d'un ensemble performant de base de données utilisant soit le même référent spatial, soit des référents spatiaux compatibles entre eux. L'ensemble de ces bases est disponible dans le système MADITUC, qui justifie ainsi pleinement son appellation de système d'informations spatialisées.

L'enquête régionale origine destination est bien évidemment au centre de ce système. Elle permet grâce à un échantillon important et à l'approche totalement désagrégée privilégiée dans MADITUC de livrer une information très riche et beaucoup plus précise que celle obtenue par l'utilisation des modèles classiques qu'ils soient agrégés ou "désagrégés".

Les diverses applications du système MADITUC et les développements prévus que nous présentons dans le chapitre suivant illustrent parfaitement les potentialités d'un tel système en matière de planification des déplacements urbains.

Chapitre IV

Applications et développements envisagés

Le système MADITUC est utilisé depuis de nombreuses années par l'équipe du Professeur CHAPLEAU ou par la STCUM. Il a connu des développements progressifs au gré des besoins d'études de la STCUM et du Laboratoire de l'École Polytechnique. Il devrait en connaître d'autres à l'avenir si les projets de développements peuvent être mis en oeuvre. Nous présentons tout d'abord les principales études déjà réalisées, puis nous exposons les développements possibles de MADITUC.

1 - Applications

Nous présentons tout d'abord les principaux champs d'applications avant d'entrer dans le détail de certaines d'entre elles pour mettre en évidence l'apport des enquêtes origine destination et du système MADITUC dans l'analyse des problèmes étudiés.

1 - 1 Champs d'applications

1 - 1.1 Planification des réseaux de transport en commun

Les applications de type planification opérationnelle d'un réseau de transport en commun sont traditionnelles et bien connues. Elles sont axées vers le développement du meilleur compromis "bénéfices des usagers / coût de l'exploitant", dans un contexte d'évaluation multicritère. Comme système d'aide à la planification, on y distingue les applications suivantes :

- modèles d'évaluation des ressources. A l'aide du module RESEAU et des données correspondantes de géométrie et de niveau de service, des modèles de coûts de l'offre de transports collectifs peuvent être développés (CHAPLEAU, DE CEA, 1983),
- localisation des garages logiciel MIGAOT (Modèle Interactif Graphique pour l'Allocation Optimale en Transport). Optimisation de la localisation et de l'utilisation des dépôts (BERGERON, CHAPLEAU),
- calibrage des fonctions d'impédance. La disposition de la description des chemins empruntés (itinéraires déclarés) permet de calibrer des fonctions d'impédance en fonction des caractéristiques des lignes du réseau (poids des attentes, correspondance, des temps d'accès, perception des modes, tarifs) et des caractéristiques socio-économiques des individus (CHAPLEAU, DE CEA, 1983),
- simulation et affectation des déplacements grâce au module CHARGEMENT : génération des liens d'accès à partir des coordonnées x-y des origines et destinations, calcul de plus court chemin. On peut ainsi reproduire une grande partie des itinéraires déclarés (expérimentations faites à Winnipeg).

1 - 1.2 Analyse des comportements de déplacements urbains

- modélisation de la répartition modale. La prévision du trafic sur un axe transport collectif que l'on souhaite créer ou développer s'effectue à partir de la demande actuelle des usagers voiture particulière. On calcule leur niveau de service transport collectif avant, puis après. Ensuite, on établit des hypothèses de changement de mode en fonction des caractéristiques de l'individu et de l'importance de la modification de qualité de service (CHAPLEAU, NOEL, 1987),
- chargement utopique des conducteurs automobiles, ce qui permet d'analyser l'adéquation actuelle et future du réseau de transport collectif aux déplacements réalisés,
- étude de segments de clientèle. Toutes les segmentations y compris croisées entre bases de données différentes (déplacement, espace, réseau transport collectif, ...) sont possibles

pour étudier des segments de populations dans une perspective marketing, comportementale, ou de fonctionnement du réseau (ALLARD et alii, 1989a; ALLARD et alii 1989d; CHAPLEAU, 1992),

- identification des trajectoires de clientèles cibles : stations et terminus les plus fréquentés (ALLARD et alii, 1989c).

1 - 1.3 Etude agrégée du système de transport

- analyse d'un prolongement d'infrastructure de transport (métro par exemple) : simulation, détermination de la fréquentation, identification des bénéficiaires avec leurs caractéristiques socio-économiques et de déplacements, calcul des bénéfices et des coûts, évaluation, ... (BAASS et alii, 1987),
- restructuration d'un réseau lors d'un réaménagement sectoriel de la desserte de transport : simulation, calcul des ressources, mesures des impacts en termes d'accessibilité, ...
- analyse des effets financiers des déplacements inter-réseaux. Evaluation de la consommation transport collectif des résidents de chaque commune (CHAGNON, NOEL, 1990; CHAPLEAU, 1988),
- mesure d'impact d'un corridor autoroutier ou ferroviaire (CHAPLEAU, NOEL, 1987),
- mesure d'impact de l'étalement urbain. La disposition d'enquêtes origine destination effectuées à des moments différents, mais selon un cadre compatible de données à référence spatiale permet des analyses chronologiques (CHAPLEAU, GIRARD, 1986; CHAPLEAU, COTE, 1989),
- étude de l'accessibilité aux réseaux de transports pour un territoire de desserte donné (ALLARD et alii, 1989b).

1 - 1.4 Prévision à moyen terme de la demande de transport

- estimation fondée sur l'évolution démographique. La disposition des enquêtes de 1974, 1978, 1982 et 1987 permet des analyses par cohorte pour analyser les évolutions passées. On peut ainsi faire des hypothèses sur l'effet des évolutions démographiques à venir (CHAPLEAU, GIRARD, 1986),
- étude de l'étalement urbain à partir des dernières enquêtes de Montréal : 1974, 1978, 1982 et 1987 et de Québec : 1977, 1981 et 1986 (CHAPLEAU, GIRARD, 1986; CHAPLEAU, COTE, 1989),
- estimation basée sur les facteurs de croissance (BLANC, CHAPLEAU, 1988).

1 - 2 Calibrage des fonctions d'impédance

Cette présentation est principalement tirée de l'article *"La perception de l'offre par les usagers du transport en commun, sous la perspective d'un modèle d'affectation"* Robert CHAPLEAU, Joaquin DE CEA, Ecole Polytechnique de Montréal, communication présentée à la Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports, Hambourg, 26 au 29 avril 1983, 18 pages.

Dans cet article, les auteurs analysent la qualité des méthodes d'affectation sur un réseau transport collectif en comparant les comportements réels saisis lors des enquêtes origine destination de Montréal et les comportements simulés par les modèles d'affectation.

Les modèles d'affectation sont assez nombreux UTPS, EMME2, TRANSEPT, NOPTS, TRANSCOM, Malgré des caractéristiques propres à chacun d'eux, ils font tous appel à une même méthodologie générale :

- le découpage d'un territoire d'étude en petites entités géographiques dont les activités sont considérées comme se faisant au centroïde de la zone,
- la codification relativement détaillée d'un réseau de transport,
- la caractérisation précise, pour une période de temps donnée, de la demande de transport, sous forme d'une matrice de déplacements origine-destination de zone à zone, généralement issue d'une enquête ménages ou d'une enquête sur le réseau.

A ces trois volets s'ajoutent les problèmes de détermination de l'accessibilité au réseau (lien reliant le centroïde de la zone à son point d'accès -entrée ou sortie- sur le réseau) et du cheminement dans le réseau (séquences des lignes et noeuds empruntés). La décennie 70 a vu de nombreux développements méthodologiques qui ont permis de passer de l'utilisation de procédures de type tout-ou-rien (distribution du flot dans le réseau indépendante des flots ou de la capacité), améliorées par l'adjonction de contraintes de capacité ou par une approche probabiliste multi-chemin, jusqu'à l'emploi de méthodes d'équilibre (affectation descriptive ou normative faisant intervenir les principes de Wardrop). Si ces développements sont intéressants pour la voiture, qui doit faire face à des problèmes de congestion d'infrastructure, il n'est pas sûr qu'ils soient utiles pour les transports collectifs.

C'est pour tenter de répondre à cette question que les auteurs ont comparé les comportements réels des usagers obtenus lors de l'enquête origine destination de 1978 à Montréal avec différentes procédures d'affectation. L'enquête origine destination permet de disposer d'environ 15.000 itinéraires individuels effectués sur le réseau de transport en commun pendant une période de pointe. Le réseau de transport collectif comprend 3 lignes de métro et 131 lignes de bus. Près de 1.000 noeuds sont nécessaires pour décrire les points de correspondance. La description des tracés des lignes nécessitent environ 5.000 liens orientés pour une longueur de couverture de réseau de 2.240 kilomètres. Le territoire d'enquête a été subdivisé en 1.284 zones (avec un découpage très fin au centre et communal en grande banlieue). Les déplacements enquêtés se répartissent de la manière suivante :

nombre de lignes empruntées	métro en %	autobus en %	métro et autobus en %	total en %
1	7,3	25,5	-	32,8
2	5,3	20,5	18,1	43,9
3	-	4,4	14,6	19,1
4	-	0,3	3,9	4,2
5	-	-	0,1	0,1
total en %	12,6	50,7	36,6	100,0

Compte tenu des données disponibles, on distinguera les notions suivantes :

- la *réponse*, c'est-à-dire l'itinéraire tel que décrit dans l'enquête : zones origine et destination et séquence des lignes empruntées,
- l'*itinéraire décrit* qui consiste en un itinéraire complet reconstitué à partir de la réponse. Il s'agit de déterminer les noeuds d'entrée et sortie du réseau et les noeuds de correspondance les plus probables compte tenu des zones origine et destination et de la séquence des lignes de transport collectif empruntées,
- l'*itinéraire simulé* par la procédure d'affectation (essentiellement algorithme du plus court chemin).

L'évaluation de la qualité de l'affectation s'effectue par comparaison des itinéraires décrit et simulé. On considère que les itinéraires sont "*égaux*" s'ils utilisent un même ensemble de lignes; qu'ils sont "*communs*" pour un même ensemble de noeuds, mais au moins une ligne diffère; qu'ils sont "*différents*" si au moins un noeud et au moins une ligne diffèrent.

Pour l'affectation, les auteurs utilisent la fonction d'impédance suivante :

$$a_0 * (TA_o + TA_d) + \text{SOMME de } j=1 \text{ à } k (TV_j + a_4 * \min(\max(a_1, a_2 * I_j), a_3) + a_5 * P_j)$$

Où :

k : le nombre de lignes empruntées,

TA_o : temps d'accès à l'origine,

TA_d : temps d'accès à la destination,

TV_j : temps de transport à bord du véhicule sur la ligne j,

I_j : intervalle moyen de la ligne j,

P_j : pénalité de correspondance associée à la ligne j (valeur type = 5 minutes),

a₀ : coefficient d'impédance relié à l'accès (valeur type = 2),

- a_1 : temps minimum d'attente (valeur type = 2 minutes),
- a_2 : facteur de conversion entre l'intervalle et le temps d'attente (si la régularité est parfaite, valeur type = 0,5),
- a_3 : valeur maximale du temps d'attente (valeur type = 15 minutes),
- a_4 : coefficient d'impédance appliqué au temps d'attente (valeur type = 2),
- a_5 : facteur de perception de la pénalité de correspondance (valeur type = 0,5 pour le métro).

Dans une première phase, les auteurs ont testé différents calibrages de la fonction d'impédance. Pour neutraliser le problème de l'accès au réseau, les noeuds d'accès (origine et destination) au réseau sont fournis par l'itinéraire décrit. Il en ressort des différences sensibles sur le % d'itinéraires "égaux", "communs" ou "différents", sur la répartition des modes transport collectif (répartition entre métro seul, bus seul et métro+bus). Dans le meilleur des cas 80% des itinéraires sont "égaux" ou "communs". Dans le tableau de données fourni qui porte sur l'impact de la détermination du facteur $a_2 * I_j$, le pourcentage d'itinéraires "égaux" ou "communs" varie de 70 à 80%.

La deuxième phase a porté sur l'étude de l'influence du comportement des usagers. Les auteurs ont testé différentes fonctions d'impédance en fonction des caractéristiques socio-économiques des individus et des caractéristiques des déplacements. Mais cette analyse n'a pas donné de résultat probant, si ce n'est en ce qui concerne le nombre de lignes empruntées (le pourcentage d'itinéraires "différents" croît de manière quasi linéaire en fonction du nombre de lignes empruntées, de 0% pour une seule ligne à 60% pour 4 lignes).

Enfin, les auteurs testent différentes méthodes d'accès sur le réseau (détermination des temps d'accès (ou de sortie) et des noeuds d'accès sur le réseau) :

- méthode d'accès aveugle ("ACaPP") : le noeud d'entrée ou de sortie sur le réseau est celui qui est le plus proche du centroïde d'entrée ou de sortie;
- chargement conventionnel de zone à zone ("C-Cal", "CCI/2") : codification manuelle d'accès entre le centroïde de zone et les noeuds d'accès au réseau;
- chargement avec diversion logit ("DIV-0", "D-1,5") : lorsqu'il y a plusieurs noeuds d'accès pour un même centroïde, on calcule les temps totaux pour chacun de ces noeuds d'accès à l'origine et à la destination et le choix entre ces différents itinéraires s'effectue selon la méthode d'affectation multi-chemin de Dial, à savoir une fonction logistique avec paramètre de diversion variant de 0 (diversion maximale) à -1,5.

La présentation des résultats porte sur 8 situations, qui constituent les meilleures et les plus typiques de chaque classe de simulations, on y retrouve:

- "DECRI", le chargement décrit sur le réseau,
- "SIMUL", chargement des itinéraires simulés, calculés par un algorithme du plus court chemin avec une fonction d'impédance où $a_2 * I_j = I_j + 5$. Les accès s'effectuent aux noeuds provenant des itinéraires décrits.
- "S-1/2", chargement des itinéraires simulés, calculés par un algorithme du plus court chemin avec une fonction d'impédance où $a_2 * I_j = I_j/2$ (qui est la fonction d'impédance traditionnellement utilisée). Les accès s'effectuent aux noeuds provenant des itinéraires décrits.
- "ACaPP", chargement des itinéraires simulés de noeud à noeud après avoir procédé à un accès aveugle (le plus proche du centroïde d'accès),
- "C-Cal", chargement des itinéraires simulés de centroïde à centroïde, avec pondération du temps d'accès égale à 1,0 (c'est la valeur qui donne les meilleurs résultats au sein de la fourchette (0,0 à 2,5)),
- "CCI/2", chargement analogue au précédent, mais avec la fonction d'impédance $I_j/2$,
- "DIV-0", chargement des itinéraires avec diversion au niveau de l'accès, le facteur de diversion est pris égal à 0,0,
- "D-1,5", chargement analogue au précédent, mais le facteur de diversion = -1,5,

Les indicateurs retenus pour mesurer la qualité de la reproduction des itinéraires sont de plusieurs ordres :

- "ITEG" : % d'itinéraires égaux,
- "ITCO" : % d'itinéraires communs,

- "ITDI" : % d'itinéraires différents,
- "Nsect" : nombre de lignes empruntées,
- "METRO" : nombre d'usagers sur le mode métro,
- "p.C-MM" : proportion des usagers faisant une correspondance métro-métro

Les auteurs donnent d'autres indicateurs tels le nombre d'usagers sur chacune des lignes du métro, le temps de parcours en ligne, total, le temps d'attente, la vitesse de parcours, la distance parcourue.

Variable	base DECRI	noeud à noeud		ACaPP	zone à zone		diversion	
		SIMUL	S-1/2		C-Cal	CCI/2	DIV-0	D-1,5
ITEG	-	72,4	61,8	24,3	35,3	26,9	-	-
ITCO	-	7,6	7,8	2,4	4,3	4,0	-	-
ITDI	-	20,0	30,4	73,3	60,4	69,1	-	-
Nsect	1,92	1,88	2,11	2,37	2,06	2,46	2,63	2,27
METRO	161k	163k	183k	156k	161k	184k	178k	180k
p.C-MM	0,314	0,262	0,291	0,205	0,248	0,314	0,271	0,287

De ces résultats, les auteurs tirent quelques enseignements.

Si l'on fait abstraction du problème de l'accès sur le réseau, "il est tout à fait clair que, lorsque le territoire et le réseau de transport sont définis à un même niveau de résolution, l'affectation tout-ou rien est un algorithme très satisfaisant ... en effet, une fonction d'impédance bien calibrée permet de reproduire 80% des itinéraires décrits".

"Un bon calibrage de la fonction d'impédance est crucial dans l'application d'un algorithme d'affectation. En effet, pour une affectation de zone à zone, la performance de l'algorithme, en termes de coïncidences, est améliorée de 30%. De plus, il semble qu'une des pires fonctions soit justement celle qui est couramment utilisée; le paramètre 1/2 ayant pour effet d'augmenter considérablement le nombre de lignes empruntées, et notamment de métro".

"Dès qu'on introduit l'accès au réseau de transport collectif dans une méthode d'affectation, la performance des résultats se détériore considérablement; le nombre de coïncidences par rapport aux itinéraires décrits chute à des niveaux pitoyables, à savoir de 80 à 40% d'itinéraires égaux ou communs; cependant en termes d'indicateurs agrégés, il est possible d'obtenir des valeurs globales très proches des valeurs observées. C'est dire qu'il y a de nombreux phénomènes de compensation sur un réseau suffisamment réticulé".

"Donc à l'exclusion du comportement des usagers, c'est surtout le phénomène de l'accès (problème d'agrégation spatiale) qui est la principale source d'erreur d'un modèle d'affectation."

Cette dernière conclusion constitue le plaidoyer pour le repérage spatial par l'intermédiaire des codes postaux qui sera mis en place à partir de l'enquête origine destination de 1987 à Montréal.

1 - 3 Effets financiers des déplacements inter-réseaux

Cette présentation est partiellement tirée du rapport intitulé "Les effets financiers des déplacements inter-réseaux - méthodologies d'évaluation" Gérard CHAGNON, Martin NOEL, Direction Générale du Transport, Ministère des Transports du Québec, Février 1990.

Les transports en commun de la Communauté Urbaine de Montréal sont utilisés à la fois par les résidents de la CUM et par ceux des communes environnantes, notamment de l'île de Laval et des communes de la Rive Sud. Pourtant, seules les communes de la CUM assurent le financement du réseau de la STCUM. Réciproquement, les résidents de la CUM se déplacent sur les réseaux de Laval, de la Rive Sud et des CIT (Conseils Inter municipaux de Transports des communes de l'aire métropolitaine de Montréal), sans que les communes de la CUM financent ces réseaux. L'objet de

cette étude est de faire le point sur les coûts entraînés pour chacun des réseaux par l'utilisation qui en est faite par des non-résidents du territoire correspondant.

Dans cette présentation, nous ne rentrons pas dans le détail de la méthodologie employée, ni dans les calculs et résultats obtenus. Nous privilégions plutôt l'apport de l'enquête origine destination et du système MADITUC dans la réponse à cette question par rapport à des enquêtes ou modèles plus classiques.

La première étape de ce travail consiste à segmenter l'usage des différents réseaux de transports collectifs (STCUM, Laval, Rive-Sud, CIT) selon la résidence de l'utilisateur. Par rapport à d'autres enquêtes, l'enquête origine destination recèle plusieurs avantages :

- l'aire d'enquête couvre la totalité de l'aire métropolitaine de Montréal. De ce fait, l'enquête n'exclut que des segments très marginaux d'utilisateurs des transports collectifs, à la différence d'une enquête qui serait limitée au territoire de la communauté urbaine,
- pour chaque déplacement réalisé en transport collectif, on connaît les lignes utilisées avec l'horaire d'utilisation et le lieu précis d'origine et de destination du déplacement. Il n'est donc pas nécessaire de reconstituer cette information à l'aide de modèles d'affectation qui peuvent bien reconstituer l'usage du réseau à un niveau macro-économique, mais dont l'efficacité est plus faible au niveau de chaque usager (Cf. CHAPLEAU, 1983 et le paragraphe précédent). L'enquête origine destination fournit donc la charge, par catégorie de résident, sur chaque ligne du réseau par tranche horaire (ou tout autre découpage temporel souhaité). L'analyse des coûts d'usage du réseau pourra donc être effectuée au niveau choisi par l'analyste, à savoir : coût moyen sur le réseau, coût moyen par ligne, coût marginal ou toutes autres segmentations souhaitées,
- le repérage spatial des déplacements à partir des codes postaux permet de reconstituer facilement les points d'entrée et de sortie sur le réseau de transports collectifs. Il est ainsi possible d'obtenir une mesure fine des voyageursxkilomètres sur chaque ligne. Par contre, un découpage zonal, notamment en périphérie n'autorisera pas une évaluation aussi précise,
- le taux de sondage de 5% de l'enquête origine destination permet une bonne reconstitution des usages du transport collectif y compris dans des communes de taille plus réduite comme dans la grande banlieue de Montréal.

Par ailleurs, les performances du système MADITUC permettent de traiter très rapidement cette information, grâce au système de gestion de bases de données hiérarchisées.

La seconde étape a permis de calculer les coûts de production de l'offre de transports collectifs, selon plusieurs méthodes de calcul, qu'il ne nous semble pas nécessaire d'exposer ici. Ces calculs ont été effectués à partir des coûts de production de l'offre de transports collectifs fournis par les réseaux.

1 - 4 Analyse de corridors ferroviaires

A la suite des propositions d'une compagnie de chemin de fer, le Ministère des Transports du Québec a lancé une étude de prévision de trafic sur deux corridors ferroviaires désaffectés. Pour cela, il s'est appuyé sur les données de l'enquête origine destination et sur les possibilités d'analyse offertes par le système MADITUC. Dans notre présentation, nous nous centrons sur la méthodologie employée pour cette prévision, puis sur l'apport des outils développés par l'équipe du Professeur CHAPLEAU dans cette étude. Par contre, nous n'exposons pas les résultats obtenus qui figurent dans les rapports publiés à cette occasion.

1 - 4.1 Méthodologie de prévision

Les auteurs se sont appuyés sur les données de l'enquête origine destination pour produire l'information nécessaire à la prévision. La méthode s'est décomposée en plusieurs étapes :

1- Analyse des caractéristiques socio-économiques et de déplacements des usagers du train dans l'agglomération de Montréal, sur les corridors ferroviaires existants. Cette première phase permet ainsi de caractériser les traits dominants de l'utilisateur du train. On observe notamment :

- que l'usager du train n'effectue pas de correspondance avec le métro ou le bus à destination,
- que 50% des usagers du train accèdent à pied à la gare, 30% en voiture et seuls 20% utilisent les transports collectifs.

Cette analyse permet de segmenter les déplacements concernés par le corridor ferroviaire et d'éliminer les déplacements dont les caractéristiques sont trop éloignées de cette caractérisation.

2- Identification à partir des données de l'enquête origine destination et des caractérisations des usagers actuels des trains, des couples origine-destination a priori concernés par les deux nouveaux corridors de train. A cette étape, aucune projection de la matrice n'est réalisée pour actualiser les données de l'enquête de 1987. Les auteurs préfèrent dans un premier temps s'appuyer sur les comportements saisis lors de l'enquête de 1987. L'expansion peut être réalisée in fine selon diverses hypothèses.

3- Répartition modale. A partir des couples origine-destination obtenus à l'étape précédente, les auteurs ont segmenté les déplacements en fonction du mode de transport utilisé. Sur chacun de ces segments, ils ont ensuite déterminé les déplacements qui auraient pu être effectués en train, si les corridors ferroviaires étaient déjà en activité. Pour cela, les hypothèses suivantes ont été posées :

- clientèle des transport collectif : le modèle MADITUC a été utilisé pour calculer le coût généralisé du déplacement actuel et le coût d'un déplacement effectué en train. Le mode choisi est celui qui entraîne le coût généralisé le plus faible,
- usagers effectuant leur déplacement en VP+TC : le premier calcul a porté sur chacun des déplacements tels qu'ils ont été réalisés en 1987. Le modèle MADITUC étant pour le moment un modèle exclusivement transport collectif, deux modèles ont été utilisés : modèle MADITUC pour la partie du déplacement réalisé en transport collectif et modèle EMME2 pour le trajet voiture particulière. EMME2 travaillant en "temps réel" et non en temps généralisé, le calcul a été mené en "temps réel" pour les deux modes de transport. Le second calcul a porté sur le même couple origine-destination, mais sur le mode train ou voiture particulière + train selon la distance entre la gare et le domicile. La première phase a consisté à déterminer la gare la plus probable (ou les gares en cas d'incertitude). Le calcul du "temps réel" est ensuite mené selon la même méthode que précédemment. Les auteurs ont ensuite supposé que l'usager choisissait le mode ayant le "temps réel" le plus court (il est toutefois possible de faire d'autres hypothèses ou bien d'effectuer des calculs de coûts généralisés, mais les fonctions d'impédance voiture particulière et transport collectif sont très différentes),
- clientèle exclusivement voiture particulière : comme précédemment, le premier calcul fournit le "temps réel" voiture particulière. Puis on simule le déplacement avec utilisation du train : choix de la gare de rupture de charge, calcul du temps voiture particulière avec EMME2 et du temps train avec MADITUC. Un troisième calcul est effectué pour simuler un déplacement VP + TC (sans le train). De la même manière, on détermine le point de rupture de charge sur le réseau transport collectif, puis on calcule les "temps réels" à l'aide des deux modèles. Si le temps voiture particulière + train est supérieur au temps VP + TC (multiplié par un facteur $(1 + a)$ pour tenir compte de l'attraction plus forte du train par rapport aux autres modes transport collectif), on considère que les usagers du couple origine-destination correspondant ne se reporteront pas sur le train, mais continueront à utiliser la voiture. Pour les autres, le partage modal s'effectue en appliquant un ratio d'utilisation du train qui est fonction du différentiel de "temps réel" entre les modes voiture particulière et voiture particulière + train. Ce ratio est estimé par analogie avec les comportements actuels des montréalais sur les corridors existants. En effet, un calcul analogue a été réalisé sur les couples origine-destination comparables sur ces corridors pour comparer les "temps réels" voiture particulière et voiture particulière + train et les choix modaux effectués. Les auteurs ont ainsi pu en déduire une courbe de part de marché du train en fonction du différentiel de temps entre les deux modes. Cette même courbe a été utilisée pour les nouveaux corridors. L'analyse sur les corridors existants montre que l'essentiel de la clientèle voiture particulière + train a un "temps réel" de déplacement supérieur de 5 à 10 minutes au temps voiture particulière seul.

4- Projection des données à l'horizon 2000. Faute de données précises, la projection a été réalisée en multipliant les données de trafic obtenues par l'évolution prévisible des trafics sur chacun des couples origine-destination concernés.

1 - 4.2 Apport du système MADITUC et de l'enquête origine destination

Le système MADITUC grâce à ses modules de traitements de données hiérarchisées et à son module d'affectation est un outil très efficace et convivial d'analyse. Toutefois, l'analyse serait possible à l'aide d'autres outils, même si elle nécessiterait probablement davantage de temps. De même, l'enquête origine destination apporte certains avantages :

- l'aire d'enquête couvre la totalité de l'aire métropolitaine de Montréal. De ce fait, l'enquête n'exclut que des segments très marginaux d'usagers du train, à la différence d'une enquête qui serait limitée au territoire de la communauté urbaine,
- pour chaque déplacement réalisé en transport collectif, on connaît les lignes utilisées avec le lieu précis d'origine et de destination du déplacement. Il n'est donc pas nécessaire de reconstituer cette information à l'aide de modèles d'affectation qui peuvent bien reconstituer l'usage du réseau à un niveau macro-économique, mais dont l'efficacité est plus faible au niveau de chaque usager,
- le repérage spatial des déplacements à partir des codes postaux permet d'identifier précisément les origines et destinations des déplacements et donc la proximité aux gares des corridors existants ou étudiés. Par contre, un découpage zonal, notamment en périphérie n'autorisera pas une évaluation aussi précise. Celle-ci est pourtant nécessaire dans la détermination de la population "concernée" par le train et dans le choix de gare de rupture de charge pour les déplacements associant la voiture particulière au train,
- le taux de sondage de 5% de l'enquête origine destination permet d'obtenir des échantillons suffisants, notamment en périphérie, pour mener l'analyse qui a été faite.

Cette démarche de prévision permet de mieux identifier (et donc maîtriser) les hypothèses retenues, par rapport à l'utilisation de modèles classiques de prévision. Il est aisé de plus de faire des tests de sensibilité sur les différentes hypothèses introduites. D'autre part, en s'appuyant sur les comportements saisis au cours de l'enquête, on peut tenir compte de facteurs socio-économiques ou de caractéristiques des déplacements qui se révèlent importants lors de l'analyse de ces comportements. De plus, même si cette approche n'a pas été retenue dans cette étude, on peut affiner la prévision en ne s'appuyant pas seulement sur la dernière enquête disponible, mais sur les dernières enquêtes. On peut ainsi effectuer une analyse dynamique des comportements et des caractéristiques de déplacements, qui peut être utile lorsqu'il s'agit de faire de la prospective.

Des études analogues ont été menées pour des prolongements de lignes de métro.

1 - 5 - Projet SIGGAR de localisation des arrêts

Ce projet est en cours de réalisation à la STCUM. Il consiste à repérer la localisation fine de tous les arrêts du réseau. Chacun des 8.000 arrêts est saisi à l'aide de ses attributs (abribus, information, ...). Cette identification doit améliorer la base réseau du système MADITUC, qui ne comprend actuellement que la moitié des arrêts.

Plusieurs applications sont prévues :

- amélioration de l'algorithme d'affectation utilisée dans le cadre des modélisations MADITUC. Actuellement le réseau ne comprend que la moitié des arrêts ce qui entraîne des erreurs dans l'identification du point d'entrée sur le réseau. Une partie de ces erreurs devrait être évitée par cette meilleure définition du réseau,
- intégration de ces données dans des réseaux d'information téléphonique ou télématique. En couplant cette information avec les bases de données d'adresse, il est possible de fournir des informations aux clients du réseau sur les arrêts à proximité du domicile ou de fournir l'itinéraire le plus court pour se rendre à telle destination. Cette information pourra être donnée quel que soit le point d'origine du déplacement à la différence de nombreux systèmes existants actuellement qui sont définis à partir d'une origine fixe,
- gestion interne à l'entreprise : production d'horaires, base de données utilisée par la direction de l'entretien du mobilier et par la direction de la gestion du mobilier urbain, aide pour la réalisation des enquêtes montée-descente, ...
- établissement de plan de lignes automatique.

2 - Développements de MADITUC

Nous présentons ci-dessous quelques uns des projets de développement du système MADITUC que souhaite mettre en oeuvre l'équipe du Professeur CHAPLEAU. Ils se situent dans la logique qui a présidé à la réalisation du système MADITUC, visant à concevoir un système interactif de gestion de bases de données et d'enrichissement des données pour fin de planification des déplacements urbains. Dans ce rapport nous exposons les projets suivants :

- création d'un MADITUC automobile, ou plus exactement ajout de certains modules au système MADITUC permettant de traiter le problème des déplacements automobiles en lien avec les déplacements transports collectifs,
- MAD(strat)², MADITUC marchandises. Ce développement répond à un contrat de recherche avec le Ministère des Transports du Québec,
- une cartographie de l'espace. Cette application s'appuie sur les bases de données existantes. Cette connaissance est enrichie pour produire une cartographie des usages de l'espace à partir de l'enquête origine destination,
- prévision de la demande de transport. Quelques études de prévision ont été réalisées grâce au système MADITUC. Il s'agit donc de les formaliser pour créer un module de prévision au sein de MADITUC.

2 - 1 MADITUC automobile

MADITUC a été conçu à l'origine pour la planification des réseaux de transports collectifs. De ce fait, aucun module n'a été construit en matière de planification des réseaux routiers. L'objectif de ce projet est d'améliorer les productions de données relatives aux déplacements automobiles dans le but de concevoir des applications concernant la voiture particulière comparables aux possibilités offertes actuellement par MADITUC en matière de transports collectifs.

Dans un premier temps, l'objectif est de créer un module d'affectation des déplacements automobiles sur le réseau routier. Pour les transports collectifs, les renseignements recueillis au cours de l'enquête origine destination et utilisés dans le module d'affectation sont les suivants :

- adresse d'origine et de destination,
- heure de début du déplacement,
- itinéraire sur le réseau de transports collectifs : succession des lignes utilisées et points de jonction pour les modes associant la voiture et les transports collectifs.

Ces données sont suffisantes pour reconstituer correctement à un niveau totalement désagrégé la plupart des déplacements à l'aide d'un modèle bien calibré (Cf. section précédente). La durée du déplacement peut être aisément reconstituée à partir de ces données, connaissant les caractéristiques des lignes du réseau et les distances de marche à pied nécessaires à l'entrée et à la sortie du réseau et pour les correspondances.

En matière de déplacement automobile, l'information disponible est plus pauvre :

- adresse origine et destination,
- heure de départ.

L'itinéraire est inconnu, ainsi que la durée du déplacement. Il n'est donc pas possible de calibrer la fonction d'impédance à un niveau totalement désagrégé sur les déplacements réalisés comme pour les transports collectifs. Par ailleurs, on ne dispose pas de données de comptage parallèlement à la réalisation de l'enquête origine destination. Le calibrage à un niveau agrégé doit donc être réalisé sur des données de comptages plus anciennes. C'est la procédure utilisée par EMME2 qui de plus travaille sur un découpage de l'aire métropolitaine en 1.500 zones et non pas sur les coordonnées x-y.

L'enquête réalisée en 1993 devrait permettre de remédier partiellement à ces limites. L'itinéraire est partiellement saisi, tout au moins au niveau du passage des ponts. Il a été également décidé de mener une grande campagne de comptages sur les principaux axes de l'agglomération montréalaise. Il sera alors possible de concevoir un module d'affectation totalement désagrégé de la demande de déplacement automobile. Toutefois, le calibrage devra associer des vérifications à un niveau

totallement désagrégé lorsque les données de passage par certains noeuds du réseau routier auront été saisies et à un niveau agrégé par comparaison avec les données de comptage.

Pour cela, l'équipe du professeur CHAPLEAU devra également travailler sur l'analyse de la capacité et de la fonction de chacune des infrastructures du réseau routier montréalais. En effet, le réseau est déjà digitalisé grâce au fichier "Area Master Files", mais les caractéristiques des artères ne sont pas connues. Cherchant à travailler à un niveau totallement désagrégé, le professeur CHAPLEAU ne veut pas se limiter aux seules grandes infrastructures comme dans les modèles classiques, mais veut intégrer la totalité du réseau viaire.

Au-delà de ce module d'affectation, on peut envisager la réalisation d'un module de répartition modale, puisque l'on disposera d'informations à un niveau totallement désagrégé tant pour la voiture particulière que pour les transports collectifs.

2 - 2 MAD(strat)², MADITUC marchandises

En réponse à une préoccupation du Ministère des Transports du Québec concernant le transport de marchandises dans la Communauté Urbaine de Montréal, l'équipe du Professeur CHAPLEAU a proposé de créer des modules au sein du système MADITUC spécifiques au transport de marchandises. Ils seraient regroupés au sein de "MAD(strat)²", qui devra permettre une approche totallement désagrégée (CHAPLEAU, 1992).

L'organisation de l'information serait comparable à celle de MADITUC transports collectifs autour du triptyque territoire-réseau-demande.

Les données relatives au territoire seront identiques à celle de MADITUC. C'est-à-dire que l'on pourra accéder à tous les découpages jusqu'au niveau des coordonnées x-y.

Les données de réseaux sont partiellement communes à celles de MADITUC. Pour la voirie, elles devront être spécifiées en terme d'accessibilité pour les différents types de véhicules de transport de marchandises et pour les nomenclatures de marchandises admises. Les réseaux ferrés ou de transport par voie d'eau viendront compléter la base.

Les données de demande sont par contre inexistantes. L'équipe devra donc produire des données spatio-temporelles de transport de marchandises, probablement à partir de méthodologies comparables à l'enquête régionale origine destination.

Cet ensemble de base de données permet de traiter l'information à un niveau totallement désagrégé, que ce soit sur les plans spatial, temporel, des marchandises, des entreprises, ...

MAD(strat)² devrait permettre de répondre aux préoccupations suivantes :

- politique de financement et de tarification,
- modélisation de la demande (approche multimodale, génération/distribution, estimation de moyen terme),
- quantification et spatialisation des déplacements de marchandises,
- planification et restructuration des réseaux de transport de marchandises,
- organisation de réseaux multimodaux (routier, ferroviaire, maritime, aérien),
- réglementation intermodale notamment pour les matières dangereuses,
- localisation optimale des dépôts, inventaire des industries, commerces, gares,
- ...

2 - 3 Cartographie de l'espace

Ce projet illustre bien la méthode de travail de l'équipe du Professeur CHAPLEAU (CHAPLEAU, 1993). Plutôt que de chercher à produire une information sur l'usage du sol à partir de nouvelles enquêtes auprès des services d'urbanisme ou par recensement exhaustif ou tout autre méthodologie, il s'agit d'extraire toute l'information contenue dans les enquêtes origine destination. Celles-ci contiennent le motif du déplacement et la localisation précise de la destination du

déplacement. On dispose également de l'adresse du ménage. Il est donc possible de produire une carte des usages de l'espace par les personnes enquêtées. On peut en déduire une cartographie des fonctions urbaines de l'aire métropolitaine. Le taux de sondage de 5% permet d'espérer une bonne qualité de l'information produite.

Selon la même logique, il est possible de construire des cartes de l'offre de stationnement, ou des lieux d'emplois ou de commerce, ... On peut également estimer l'utilisation qui est faite de certains générateurs de trafic, comme par exemple une cartographie de la consommation hospitalière. Cette réflexion amène le Professeur CHAPLEAU à ne plus considérer uniquement la localisation de l'origine et de la destination d'un déplacement comme un lieu physique, mais plutôt comme une fonction (attachée au motif du déplacement) localisée. C'est-à-dire que l'information recueillie ne sera plus un lieu, mais l'établissement "machin", le commerce "bidule", le domicile, ... dont on sait par ailleurs qu'il est localisé à la coordonnée x-y grâce à des dictionnaires d'équivalence. Ces dictionnaires peuvent être créés à partir de bases de données externes, mais ils peuvent aussi être auto-enrichis par l'enquête origine destination après validation des données d'enquête.

A partir des recensements, on peut dresser des cartes de localisation de la population à partir des résidences. Par contre, ils ne permettent pas de savoir comment cette population se répartit à un certain moment de la journée. L'utilisation des données de l'enquête origine destination selon la méthode décrite ci-dessus permet d'y répondre. Ce type de données peut être utile pour des situations de crise, lorsqu'il faut concevoir des plans d'évacuation de quartiers par exemple.

La production de cette information peut également servir à la validation des données de l'enquête origine destination. On peut par exemple faire des tests sur l'âge des personnes fréquentant des établissements d'enseignement sans avoir besoin d'obtenir l'information sur le type d'établissement. En reprenant les données de la dernière enquête, on peut spécifier le public fréquentant chaque type d'établissement. Si lors de la prochaine enquête de 1993, des individus ne correspondent pas à ces caractérisations, on peut chercher à valider l'information pour la corriger si besoin est. De nombreux autres exemples équivalents peuvent être donnés.

D'une certaine manière, il s'agit de concevoir les enquêtes origine destination comme étant des bases de connaissances, un peu à l'image d'un système expert.

2 - 4 Prévision de la demande de transport

Quelques études de prévision ont été réalisées grâce au système MADITUC pour des prolongements de lignes de métro ou pour l'analyse de corridors ferroviaires. L'objectif de ce projet est de les formaliser pour créer un module de prévision au sein de MADITUC.

La démarche générale est la suivante :

- analyse des données de l'enquête origine destination pour déterminer le profil (caractéristiques socio-économiques, spatiales ou de déplacements) des individus potentiellement concernés à partir des individus fréquentant des lignes comparables,
- identification de la population cible à partir de la caractérisation précédente et du projet de transport considéré,
- comparaison des temps de transport ("réel" ou généralisé) pour les situations actuelles, au fil de l'eau et avec projet, pour les modes de transport effectivement utilisés et avec celui que l'on étudie,
- détermination d'une clientèle concernée (ou d'une fourchette de clientèle) à partir d'hypothèses sur les différentiels de temps de trajet entre les situations avec l'offre actuelle ou celle que l'on simule. A ce stade la population de référence reste celle de la dernière enquête origine destination disponible,
- projection de ces données à l'horizon recherché. Pour cette projection, on peut également tenir compte de l'évolution des comportements repérés à partir des données des dernières enquêtes origine destination réalisées depuis 1974.

Conclusion

Si nous reprenons notre objectif initial de meilleur repérage spatial des déplacements, l'enquête régionale origine destination canadienne semble bien convenir. Elle fournit les origines et destinations des déplacements de manière très précise. Les itinéraires en transports collectifs sont disponibles avec la succession des lignes empruntées et les ruptures de charge avec la voiture particulière. Depuis l'enquête de 1993, les ponts empruntés en voiture particulière sont connus, ce qui doit permettre de reconstituer des itinéraires probables pour les déplacements entre la CUM et le reste de l'agglomération.

De plus, l'aire d'enquête correspond à l'aire d'attraction de l'agglomération de Montréal. Enfin, la taille importante de l'échantillon permet de mener des analyses à des niveaux locaux très fins, mais aussi à l'échelle de l'ensemble de l'aire métropolitaine. Il devient dès lors possible de simuler diverses politiques de gestion des déplacements urbains ou de développer des modèles de prévision s'affranchissant des limites liées aux découpages zonaux.

La technique d'enquête utilisée facilite ce recueil tout en le maintenant à un coût réduit. Il nous semble dès lors intéressant d'étudier la possibilité d'un transfert de méthodologie pour les enquêtes ménages françaises.

3ème partie, Chapitre V

Evaluation de l'enquête régionale origine destination

Pour une enquête ménages par téléphone ?

L'enquête régionale origine destination canadienne semble répondre à notre objectif initial de meilleur repérage des déplacements. Par ailleurs les coûts d'enquête sont très différents de ceux de l'enquête ménages. L'ordre de grandeur de coût ramené au ménage enquêté est de 100 francs par ménage pour l'enquête régionale origine destination et de 1.000 francs par ménage pour l'enquête ménages. Devant de telles différences de coût, on peut tout de même se demander si l'on obtient le même "produit". Certes, le questionnaire est beaucoup léger, notamment en ce qui concerne les renseignements socio-économiques et le questionnaire complémentaire. Mais pour le recueil des déplacements dispose-t-on de la même "qualité" d'information? De plus, ce recueil répond-il aux objectifs de l'enquête ménages?

Ainsi avant de conclure à l'efficacité de la méthodologie canadienne pour remplir notre objectif, il nous semble nécessaire de l'analyser en détail et notamment pour toutes les dimensions qui diffèrent de l'enquête ménages. Nous pourrions alors porter un diagnostic comparatif des avantages et limites des deux méthodologies pour remplir les objectifs d'utilisation pour lesquels les données sont produites. Pour cela, nous avons procédé en deux étapes. D'une part, nous nous sommes livrés à une analyse critique des deux enquêtes. D'autre part, nous avons voulu confronter cette analyse à l'expérience et aux besoins des producteurs et utilisateurs des enquêtes ménages françaises. Nous avons organisé plusieurs réunions, notamment avec les techniciens et chercheurs lyonnais, puis avec les membres du réseau CETUR/CETE travaillant sur les enquêtes ménages.

A priori, l'enquête par téléphone présente de multiples avantages par rapport à une enquête réalisée au domicile des enquêtés :

- *une réduction des coûts d'enquête* (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992; DREW, 1991; WERKING, CLAYTON, 1991, ...), grâce à :
 - la suppression des déplacements nécessaires à la réalisation de l'enquête qui permet des économies importantes, que ce soit sur le coût du déplacement ou sur le temps nécessaire pour se déplacer qui doit être également rémunéré,
 - un accroissement de la "productivité" de l'enquêteur. Le temps gagné par rapport à une enquête en face à face permet à l'enquêteur d'effectuer davantage d'enquêtes dans sa soirée,
 - une équipe d'enquêteurs plus réduite. L'accroissement de "productivité" des enquêteurs permet de réduire leur nombre ou bien de raccourcir la durée de l'enquête. La première solution semble préférable. Elle permet de limiter le recours à des enquêteurs non professionnels qui peuvent avoir besoin d'une période de formation plus longue. Elle réduit l'importance du travail de coordination et de suivi des enquêteurs,
- *une meilleure répartition des enquêteurs* sur l'ensemble de l'aire d'enquête. Avec le téléphone, il n'est plus nécessaire de "spécialiser" les enquêteurs sur une ou plusieurs zones pour réduire leurs temps de déplacements. On peut ainsi neutraliser sur le plan spatial une éventuelle influence d'un ou plusieurs enquêteurs,
- *un meilleur contrôle et suivi des enquêteurs* (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992). L'utilisation d'un local unique, comme à Montréal ou à Toronto, permet un contrôle plus efficace en temps réel des enquêteurs. En effet, il est possible à tout moment de se brancher sur la ligne de l'enquêteur pour évaluer la qualité de son travail. De ce fait, il n'est plus nécessaire de faire des contrôles a posteriori, qui sont à la fois une source de coûts supplémentaires et pas toujours bien appréciés par les enquêtés. La possibilité d'assurer ce suivi en temps réel est particulièrement appréciable au démarrage de l'enquête pour

détecter rapidement d'éventuels défauts chez certains enquêteurs et les corriger avant que le nombre d'enquêtes réalisées ne soit trop important.

- *un meilleur suivi de l'enquête* (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992). La présence des enquêteurs dans un même local permet de recueillir quotidiennement le travail réalisé. La vérification des enquêtes peut donc être effectuée immédiatement. Il est alors plus aisé de compléter ou corriger, le cas échéant, le questionnaire en retéléphonant au ménage enquêté, qui conservera plus facilement en mémoire les renseignements nécessaires,
- *une disponibilité plus rapide des données* grâce aux systèmes de saisies directes (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992).

Ces différents éléments expliquent le développement de cette technique d'enquête dans bon nombre de secteurs (voir notamment les 32 communications de l'ouvrage de GROVES et alii (GROVES et alii, 1988)) et son utilisation importante par les instituts de sondage. En France, le domaine des transports est resté relativement à l'écart de cette évolution. En ce qui concerne les enquêtes ménages des expériences ont été menées à Valence, Grenoble (CETE de Lyon, CETUR, 1986), Le Havre (CETE de Normandie, CETUR, 1992) et Paris. Enfin, une expérience est en cours actuellement à Chambéry. Par contre, cette technique est répandue aux Etats Unis et bien évidemment au Canada avec l'enquête régionale origine destination. Nous n'avons pas connaissance d'expérience de comparaison des méthodologies d'enquête en face à face ou par téléphone en Amérique du Nord, dans le domaine des transports. Elles sont par contre nombreuses dans d'autres domaines (De LEEUW et Van Der ZOUWEN (1992) en ont référencés 25 dans leur méta analyse comparative des modes de passation d'enquête; on trouvera également de nombreuses autres références dans la bibliographie). Par contre, dans les quatre agglomérations françaises citées ci-dessus les deux méthodes ont été utilisées en même temps. Les résultats sont disponibles pour Valence, Grenoble et Le Havre, mais ceux de Paris ne le seront pas avant 1994 ou 1995 (Cf. annexe 8). A la lumière de ces expériences, de notre analyse et des entretiens que nous avons eus, il nous semble que les principales limites potentielles, lors des enquêtes téléphoniques, peuvent être classées de la manière suivante :

- *contenu des questionnaires*. La durée des enquêtes doit être relativement courte par téléphone, ce qui limite l'importance du questionnaire. En ce qui concerne la relation enquêté-enquêteur, le contact s'établit peut être mieux en face à face contribuant ainsi à une meilleure qualité de l'information produite. De plus, la compréhension des questions, notamment en cas de questionnaire relativement complexe, est peut être meilleure en face à face. Enfin, la présence de population étrangère dont certaines personnes ne comprennent pas le français peut amener un taux de refus plus élevé,
- *représentativité et précision de l'échantillon enquêté* du fait du nombre de ménages non équipés en téléphone, du développement des listes rouges et des répondeurs avec des options de filtres et d'un taux de réponse qui pourrait être plus faible,
- *choix du répondant par téléphone*. Une seule personne peut-elle répondre pour l'ensemble du ménage ?,
- *risque "d'oubli" de petits déplacements*, qui concerne principalement la marche à pied.

Ces différents points sont traités dans les sections qui suivent en les élargissant pour intégrer ce qui nous semble être des avantages de l'enquête téléphonique. Mais avant, nous revenons rapidement sur les objectifs de ces enquêtes (Cf. chapitre I, section 1 et chapitre 3, introduction), car les méthodologies ne peuvent être analysées que par rapport à ceux-ci. Nous pourrions alors dans le chapitre de conclusions évaluer l'adéquation des deux méthodologies à remplir les objectifs de l'enquête ménages.

1 - Objectifs des deux enquêtes

1 - 1 Enquête régionale origine destination

Au Canada, l'enquête régionale origine destination a pour finalité première la planification des déplacements au sein des aires urbaines. De ce fait, seuls les renseignements utiles pour répondre à cet objectif sont saisis. Recueillir d'autres données amène à alourdir le questionnaire et donc à diminuer l'effectif de l'échantillon enquêté, compte tenu de la contrainte financière. Cela revient donc à appauvrir le recueil par rapport à l'objectif de l'enquête.

Pour illustrer cet objectif de planification des déplacements, nous reprenons les objectifs affichés par la STCUM pour l'enquête de 1989 (STCUM, 1987) :

- *"l'amélioration du réseau de transport en commun,*
- *l'implantation de services dans les secteurs non desservis par le transport public,*
- *l'implantation de lignes de bus de rabattement aux stations de métro,*
- *la prévision de l'"achalandage" (charge) par ligne,*
- *la contribution à l'établissement d'un plan directeur de transport en commun."*

De ce fait, l'enquête doit pouvoir répondre aux besoins d'analyse du fonctionnement et de l'usage du réseau de transport collectif. Ils se situent à la fois à l'échelle de l'agglomération, mais aussi à un niveau local, voire microlocal. Une très bonne précision est donc recherchée tant dans la localisation des origines et destinations que dans l'itinéraire transport collectif. A cet objectif de gestion à court terme, s'ajoute des besoins de prospective à moyen et long terme nécessitant des réflexions à la fois sur la clientèle actuelle des transports en commun et sur celles des autres modes de transport. C'est la raison pour laquelle, la STCUM n'a pas voulu se limiter à un recueil des déplacements effectués sur son réseau au profit de l'ensemble des modes de déplacements. Pour cette même raison, l'aire de l'enquête n'a pas été restreinte au périmètre de compétence de la STCUM, à savoir la CUM. Au contraire, elle couvre l'ensemble de l'aire d'attraction de la CUM.

La participation du Ministère des transports au financement de l'enquête de 1993 a élargi l'objectif de planification aux déplacements automobiles. Cette évolution confirme, s'il en était besoin, l'intérêt des choix méthodologiques opérés par la STCUM.

Du fait de cette orientation, les données nécessaires se limitent aux caractéristiques des déplacements réalisés au sein de l'aire métropolitaine et aux caractéristiques des personnes qui les effectuent. Mais elle impose aussi une bonne représentativité statistique quelle que soit la décomposition choisie : spatiale, socio-économique, modale, ... Des effectifs importants sont donc indispensables. Ces impératifs expliquent les choix opérés sur le questionnaire. Seuls les questions indispensables aux objectifs présentés ci-dessus sont maintenus. On peut ainsi être surpris par la grande différence de contenu entre ces enquêtes et les enquêtes ménages (Cf. annexes 3 et 5).

Depuis quelques années, ces enquêtes sont utilisées par les services d'études et de planification de la STCUM, ainsi que par le Ministère des transports. Elles servent aussi bien aux applications en transports collectifs grâce au système MADITUC, qu'aux applications routières à l'aide du modèle EMME2 développé par le Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal. La précision des données de localisation et le taux d'échantillonnage en font un instrument privilégié d'investigation pour toutes les études de déplacements réalisées au niveau du grand Montréal. L'objectif de compréhension des comportements est relativement second. Ce constat ne signifie pas que d'autres utilisations de l'enquête sont exclues. En particulier, l'équipe du professeur CHAPLEAU a réalisé de nombreuses recherches sur ces données (Cf. bibliographie). Toutefois, malgré cette utilisation en matière de recherche, la finalité première de l'enquête reste la planification des transports à l'échelle de l'aire métropolitaine.

1 - 2 Enquêtes ménages

Les objectifs affichés en France sont différents pour les enquêtes ménages. Certes l'objectif de planification locale est premier, mais il n'est pas le seul. Si l'on reprend les termes du dossier méthodologique pour la réalisation d'une enquête ménages (CETUR, CETE, 1989), on y lit : *"Les techniciens des transports doivent avoir le "réflexe enquête ménages", qui consiste à chercher dans les résultats de l'enquête des éléments ou arguments destinés à enrichir leurs études, dans des domaines très variés :*

- les flux de trafics routiers pour une Direction Départementale de l'Équipement,
- les relations entre urbanisme et mobilité pour une Agence d'Urbanisme,
- les données sur la clientèle pour un réseau de transport collectif,
- les aspirations des habitants en matière de transports pour les élus,
- les données sur les achats pour une Chambre de Commerce,
- ...".

A cet objectif de planification locale, s'ajoute un objectif de connaissance au niveau national, qui se traduit par des analyses portant sur les thèmes suivants :

- *"la comparaison entre elles des agglomérations : qu'est-ce qui ressort des "tendances lourdes", et qu'est-ce qui est la conséquence des politiques locales de transport?",*
- *"l'évolution dans le temps d'une agglomération ... : les enquêtes ménages sont également tout à fait fondamentales pour juger de l'impact d'une infrastructure lourde de transport (rocade, métro, tramway, ...)",*
- l'analyse des déterminants de la mobilité urbaine.

L'exigence nationale se traduit par une méthodologie d'enquête identique dans toutes les agglomérations. Pour le questionnaire, elle entraîne un tronc commun, fixe, quels que soient la date et le lieu de l'enquête. Au niveau local, il est possible de compléter les questionnaires de base par l'introduction de questions supplémentaires ou l'affinement de certaines modalités permettant de prendre en considération les préoccupations des acteurs promoteurs des enquêtes. Les enquêtes ménages offrent ainsi une contribution intéressante à l'alimentation de nombreuses études et aux réflexions sur le fonctionnement même des agglomérations. Le CETUR (Centre d'Études des Transports URbains) s'assure de la conformité des questionnaires, laquelle conditionne la délivrance du label "enquête ménages". Le respect de ces contraintes est jugé essentiel pour assurer les comparaisons des enquêtes dans le temps et entre diverses agglomérations.

Les enquêtes françaises se caractérisent ainsi par une multiplicité des objectifs. Elles participent, tout d'abord, à la construction de matrice origine-destination des flux routiers destinées à alimenter des modèles de trafic pour les DDE et les CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement). Elles visent ensuite à enrichir les études menées par les acteurs locaux. Enfin, par la diversité des questions et des descriptions, elles fournissent autant de pistes utiles pour la compréhension des phénomènes de mobilité.

On trouve donc réuni à la fois des objectifs locaux et nationaux, des objectifs de connaissance des flux et d'autres plus analytiques sur la compréhension des comportements de déplacements, ... De fait, les enquêtes ménages, sont utilisées pour ces différents objectifs, même si l'utilisation est bien souvent très réduite au regard de la masse des données produites. C'est tout particulièrement vrai pour les questionnaires complémentaires dont l'exploitation se limite souvent à des tris à plat et à quelques tris croisés avec des variables socio-économiques.

Cette multiplicité des objectifs témoigne de l'importance de telles enquêtes, et traduit également la variété des partenaires associés à une telle opération. En revanche elle soulève quelques inquiétudes quant à l'inflation du nombre de questions à prendre en compte et la capacité à répondre à tous les objectifs auxquels elles sont assujetties.

Cette présentation illustre les différences d'objectifs des deux enquêtes. Avant d'analyser, dans le chapitre de conclusion, l'adéquation entre ces objectifs et les méthodologies mises en oeuvre, il nous semble utile de mettre en évidence les avantages et limites des enquêtes téléphoniques. Nous

le faisons autour des dimensions fondamentales que sont le questionnaire, l'échantillonnage et la précision. Nous terminons par quelques spécificités des enquêtes canadiennes.

2 - Une contrainte : un questionnaire léger

2 - 1 Durée de l'interview

Bien que l'on ne dispose pas de mesures précises relatives à la durée acceptable d'une enquête par téléphone, il est communément admis que celle-ci ne doit pas être "trop importante". Dans le cas contraire, on risque d'avoir un taux de refus plus élevé, de ne pouvoir terminer l'enquête ou bien d'avoir des réponses peu fiables de la part des enquêtés souhaitant abrégier la durée de l'entretien. Ce problème est également sensible dans les enquêtes en face à face, mais le contact direct avec l'enquêteur permet semble-t-il de mieux le gérer.

Les enquêtes régionales origine destination canadiennes durent en moyenne moins de 10 minutes. Les responsables estiment que c'est la durée maximale pour éviter les difficultés évoquées ci-dessus. Toutefois, cette estimation semble trop limitative dans la mesure où les expérimentations françaises ont porté sur des enquêtes dont la durée moyenne est de 20 à 25 minutes. D'après les enquêteurs, il semble que le seuil de 30 minutes ne doit pas être dépassé, même si la Chambre de Commerce de Lyon a utilisé cette technique dans le cadre des enquêtes sur les comportements d'achats dont la durée avoisinait 1 heure 30. Le contenu de l'actuelle enquête ménages française, dont la durée moyenne de passation est de 1 heure 30, pourrait difficilement être maintenu en l'état s'il était décidé de généraliser le recours au téléphone. Par contre, les expériences nord-américaines et françaises semblent montrer que le recueil des déplacements de la veille et de quelques caractéristiques socio-économiques est compatible avec des durées de l'ordre de la demi-heure.

2 - 2 Qualité des réponses : complexité, compréhension, cohérence

Les promoteurs des expérimentations françaises d'enquêtes ménages téléphoniques insistent sur la nécessité de la simplicité du questionnaire, mais sans expliciter ce qu'ils entendent par "simplicité". Pour être plus précis, il conviendrait de dire "simplicité des questions". En effet, le questionnaire peut être complexe ou personnalisé avec de nombreux filtres si cette complexité n'apparaît pas à l'enquêté. A ce niveau, les logiciels CATI sont maintenant bien conçus pour masquer cette complexité à l'enquêté et faciliter le travail des enquêteurs que ce soit par téléphone ou en face à face [Computer Assisted Telephone Interview] ou CAPI (Computer Assisted Personal Interview) (on peut notamment citer les logiciels POLLUX, SAXOPHONE, SURVENT, INTERVIEWER, BELLVIEW et QUANCEPT diffusés en Europe et Amérique du Nord (DAYAN, 1993)). La question de la complexité des questions subsiste. Ce n'est pas une spécificité du téléphone. Cela tient davantage à la formulation des questions et au type d'information demandé. Cependant ce problème se trouve renforcé avec le téléphone, car il est probable qu'en l'absence de support écrit, nombre d'enquêtés puissent avoir des problèmes de compréhension ou plus encore de mémorisation de la question ou des items proposés en réponse. Cette limite peut être en partie contournée par l'envoi préalable du questionnaire avec une lettre d'explication. Mais rien n'assure que l'enquêté aura conservé ce courrier et pourra en disposer sous ses yeux lors de l'appel téléphonique.

Il nous semble que des expérimentations seraient nécessaires pour évaluer l'univers du possible en matière de questionnaire administré par téléphone. Toutefois, les expériences françaises et canadiennes nous apprennent que le recueil des déplacements de la veille et des caractéristiques socio-économiques les plus courantes ne semble pas poser de difficultés particulières.

Les relations enquêté-enquêteur sont très certainement de nature différente selon la méthodologie employée. Il semble a priori plus facile de soutenir l'attention des enquêtés dans du face à face que par téléphone. De plus, l'enquêteur est plus à même d'apprécier la compréhension de l'enquêté et éventuellement de donner des précisions si cela s'avère nécessaire. L'analyse de l'expérience acquise dans d'autres domaines que ceux du transport devrait permettre d'alimenter la réflexion en la matière.

Un dernier aspect, relatif à la compréhension du questionnaire, mentionné lors de nos rencontres avec nos interlocuteurs concerne les populations étrangères. Leur présence, parfois importante dans certains quartiers, avec des difficultés de compréhension de la langue française amène à se poser la question d'une part de l'acceptation de l'enquête par ces populations et d'autre part de sa compréhension. Dans la négative, c'est la représentativité de l'enquête sur ces zones qui est remise en cause. Il ne nous semble pas qu'il s'agisse d'une limite des enquêtes téléphoniques par rapport à des enquêtes en face à face. Ce problème de langue subsiste quelle que soit la méthode d'enquête. Certes, il est probablement plus facile de trouver une personne dans le ménage pouvant assurer la "traduction" ou expliquer le sens des questions dans le cas d'une enquête à domicile. Par contre, dans le cas d'une enquête téléphonique, rien n'empêche d'embaucher des enquêteurs maîtrisant les langues qui sont les plus représentées dans la population enquêtée. Ce problème est encore plus présent au Canada, terre d'immigration. Il a pu être correctement traité grâce à la présence de téléphonistes parlant la plupart des langues présentes à Montréal. Ainsi, seules 0,7% des enquêtes n'ont pu être réalisées pour ce motif en 1987.

Au-delà des réponses très partielles évoquées ci-dessus, nous devons nous tourner vers les expériences de comparaison de mode de passation d'enquêtes réalisées dans d'autres domaines que le recueil des déplacements. Elles sont nombreuses dans le monde anglo-saxon (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992; DREW, 1991; COLLINS, 1987, ...). Nous commençons par évoquer les travaux de Edith de LEEUW qui portent sur l'analyse de 25 études comparatives publiées entre 1952 et 1986. Les domaines traités concernent la santé (10 études), les comportements (8), les faits biographiques (6), les attitudes (6), les sentiments (2) et la connaissance (1). Les tailles d'échantillon sont très variables. Les tirages sont généralement aléatoires. Pour leurs comparaisons, les auteurs ont utilisé 5 critères :

- A nombre d'items "non réponse",
- B quantité d'information, c'est-à-dire le nombre d'items évoqués dans les questions ouvertes ou bien le nombre de réponses dans les questions à choix multiples,
- C pourcentage de réponses qui correspondent avec des informations disponibles (et validées) par ailleurs,
- D degré d'absence de biais par rapport à la norme sociale ("*social desirability bias*")
- E test sur la distribution des items pour chaque question pour chacun des modes d'enquêtes.

Nous traiterons du taux de réponse et du premier critère dans la section 4.2. *"Pour les indicateurs B, D et E, les différences observées entre les enquêtes téléphonique et en face-à-face sont statistiquement significatives et en faveur des interviews en face-à-face. Aucune différence significative n'est trouvée sur l'indicateur C, , mais les effets sont faibles (pour l'ensemble des critères). De plus, une corrélation négative est observée entre l'effet de taille et l'année de l'enquête, indiquant que les différences diminuent dans le temps"* (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992, pages 16 et 17).

Dans une autre étude comparative (COLLINS, SYKES, 1987) réalisée en Grande Bretagne, portant sur les attitudes sociales, les auteurs concluent à la similitude des réponses fournies. Certes les réponses obtenues dans les questions ouvertes sont plus succinctes. Mais il ne semble pas que cela signifie une information plus pauvre. Le surcroît d'information obtenue dans le face à face porterait sur des renseignements peu importants. Pour les questions "délicates" le téléphone ne semble pas poser de problème aux enquêtés. Il en est de même des questions complexes testées dans cette analyse comparative.

Dans une étude plus récente (Le VAILLANT, 1993), sur la perception sociale du SIDA, comportant deux échantillons de 1000 individus, les résultats montrent une grande convergence dans les réponses fournies, mais aussi des différences statistiquement significatives dans les distributions de réponses pour 56 des 190 questions.

Dans une autre enquête sur les comportements sexuels *"l'équipe ACSF a montré que sous réserve d'une amélioration des techniques d'échantillonnage, l'enquête téléphonique présentait un bilan positif, au détriment du mode "face à face + questionnaire auto-administré" ... Cette expérimentation relative à deux échantillons de 400 personnes a montré la plus grande cohérence des*

questionnaires téléphoniques mais a suggéré l'existence d'une tendance normalisatrice de ce mode de recueil, peut-être plus schématique. Le débat reste ouvert. (RIANDEY, 1993).

Les expériences réalisées à l'occasion de l'enquête emploi en Israël (ELIAV, NATHAN, 1988) semble confirmer la plus grande cohérence des réponses dans le cas d'enquête téléphonique. Cette enquête repose sur un panel, au sein duquel l'auteur a sélectionné un sous-échantillon de personnes enquêtées au moins deux fois en face à face (dont la première fois) et au moins deux fois par téléphone. Le questionnaire comprend deux questions portant sur le plus haut niveau d'études atteint et le nombre d'années d'étude. Pour ces deux questions, les réponses ne sont pas susceptibles d'évoluer si la personne n'a pas fait d'étude entre chaque enquête !! L'auteur a donc analysé la stabilité des réponses à ces deux questions. Il en ressort que la stabilité est plus grande dans les enquêtes téléphoniques et que la différence par rapport au face à face est statistiquement significative.

La diversité des résultats obtenus doivent inciter à la prudence. Il semble globalement que le face à face produise une information de meilleure qualité, même si des contre exemples existent. Toutefois, la différence séparant ces deux modes d'enquête semblent s'estomper à mesure que les techniques d'enquêtes téléphoniques s'affinent et que le téléphone devient un objet d'usage courant pour les populations enquêtées (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992). A la lecture de ces conclusions, nous ne pouvons qu'inciter à des expérimentations dans le recueil des déplacements.

2 - 3 - Contenu

Le questionnaire de l'enquête régionale origine destination est extrêmement fruste comparativement à celui de l'enquête ménages (Cf. annexes 3 et 5). Pour les données socio-économiques, nous ne disposons que de 3 renseignements au niveau du ménage : son adresse, le nombre de personnes qui le compose et le nombre de véhicules à sa disposition. Au niveau de l'individu, nous ne trouvons guère plus d'informations : le rang de la personne dans le ménage, son sexe, son âge et son accès à l'automobile en tant que conducteur. Enfin pour le recueil des déplacements de la veille, seules les caractéristiques suivantes sont demandées : motif, destination précise, heure de départ, description détaillée des modes de transport utilisés, heure de retour à domicile, et depuis 1993, paiement du stationnement, ponts empruntés. Aucun autre renseignement n'est demandé au cours de l'enquête.

Si l'on compare ces données avec celles de l'enquête ménages, on constate l'écart séparant les deux enquêtes. Le questionnaire standard comprend déjà beaucoup plus de renseignements. De plus, il est généralement complété au niveau local, notamment par un "questionnaire complémentaire". 13 questions sont posées au niveau du ménage relatives à la composition du ménage, sa motorisation et son histoire. Les données socio-économiques de l'individu se décomposent en 13 questions relatives à l'âge, la profession, le niveau d'études, l'accès à la voiture, le déplacement pour aller au travail. Le recueil des déplacements de la veille comporte davantage de caractéristiques qu'au Canada : type de trajet, zones d'origine et de destination, motif du déplacement à l'origine et à la destination plus éventuellement personnes accompagnées, heure de départ et d'arrivée, durée du déplacement, mode de transport et titre de transport si transports collectifs. A ces informations s'ajoutent le questionnaire sur les habitudes de déplacements comportant 8 questions relatives aux deux roues, à la voiture et aux transports collectifs. Enfin, au niveau local des questions peuvent être ajoutées ainsi qu'un "questionnaire complémentaire" qui est généralement un questionnaire d'opinion.

Au-delà de l'analyse du contenu des deux questionnaires en relation avec les objectifs de chacune des deux enquêtes que nous traitons en conclusion, le questionnaire de l'enquête ménages semble trop long pour un mode de passation téléphonique. Une réduction s'impose donc pour se rapprocher de la durée de passation canadienne.

3 - L'échantillonnage

3 - 1 Base de sondage et individu statistique

Avant d'évaluer la qualité de la base de sondage utilisée dans le cadre des enquêtes ménages ou des enquêtes régionales origine destination, il nous semble nécessaire de préciser la population étudiée. En effet ce n'est que par rapport à une population donnée que l'on pourra évaluer la qualité de la représentativité de la base de sondage choisie.

3 - 1.1 Du déplacement comme individu statistique au ménage comme base de sondage

Dans notre cas, compte tenu des objectifs affichés des deux enquêtes, force est de constater que l'on travaille sur plusieurs populations différentes. Pour certaines analyses, on privilégiera les données ménages ou personnes. Par contre pour d'autres ce seront les déplacements qui constitueront l'unité de base. La prise en compte des effets de grappe permet de tenir compte de l'incertitude supplémentaire liée au fait que la base de sondage est constituée de ménages.

Mais plus important, on étudie généralement les déplacements réalisés au sein d'un périmètre donné et non pas seulement ceux réalisés par la population résidant dans ce même périmètre. Par exemple, les modèles de trafic doivent être calibrés à partir des flux de trafic réels sur les axes étudiés et non sur le seul trafic effectué par les résidents de la zone considérée. Pour pallier partiellement cette limite des enquêtes ménages, des enquêtes cordon sont réalisées en France pour identifier le trafic de transit et d'échange. Mais il reste encore une part importante du trafic qui n'est pas saisie par ces deux enquêtes correspondant notamment aux déplacements suivants :

- déplacements des non résidents permanents de la zone lorsqu'ils effectuent leurs déplacements à l'intérieur du périmètre d'enquête,
- déplacement pour motif professionnel, comme livraison, chauffeurs de taxi, voyageurs de commerce, ... à l'intérieur du périmètre d'enquête,
- trafic de poids lourds à l'intérieur du périmètre d'enquête,
- trafic des véhicules de transports collectifs ou de tourisme à l'intérieur du périmètre d'enquête.

Dans le cas lyonnais, les responsables de la modélisation estiment, à partir des données de comptage sur les principales infrastructures routières de l'agglomération, que ce trafic représente à peu près 15 % du trafic repéré par l'enquête ménages et l'enquête cordon. De ce fait, si l'objectif de l'enquête ménages et de l'enquête régionale origine destination est prioritairement d'aider à la planification des déplacements, la base de sondage devrait être constituée des déplacements réalisés à l'intérieur du périmètre d'étude. Cette remarque prend d'autant plus de force lorsque l'on travaille sur les déplacements automobiles, puisque l'essentiel des déplacements exclus du recueil sont effectués par ce mode.

3 - 1.2 Le choix de la base de sondage ménage

Les difficultés, voire l'impossibilité matérielle, de constituer une base de sondage déplacements expliquent que l'on choisisse des bases ménages. Mais il faut alors être conscient que la base choisie n'est pas représentative de l'ensemble des déplacements étudiés. Il est alors peut être moins préjudiciable d'avoir une base de sondage ménage qui ne soit pas totalement exhaustive (à supposer que cela existe) au sein du périmètre étudié.

Dans le cas d'enquêtes réalisées à domicile, il est possible de choisir parmi toutes les bases ménages (sous réserve d'acceptation de la CNIL (Commission Nationale Informatique et Liberté)) celle qui semble la plus adaptée. A Lyon, c'est le fichier du recensement de l'INSEE qui est retenu.

Dans le cas d'une enquête téléphonique, on privilégie généralement les fichiers d'abonnés téléphoniques qui sont a priori bien tenus à jour. Pour la France, ces fichiers sont fournis par Téladresse (filiale de France Télécom). *"Grâce à une mise à jour hebdomadaire, Téladresses fournit un échantillon de qualité bien supérieure à l'annuaire téléphonique, ... pour un coût indicatif de 0,30 à 0,60F par adresse"* (RIANDEY, 1993). Toutefois, les ménages ne disposant pas de téléphone n'y

figurent pas. Ils sont cependant de moins en moins nombreux dans la plupart des pays industriels. Au Canada, ils représentent moins de 1 %. Pour la France, France Télécom les évalue à moins de 5 %. *"Dès 1990, France Télécom s'est prévalu d'un taux d'équipement de 94 % des ménages au téléphone. Sans atteindre la quasi-exhaustivité du recensement, cette base de sondage assure une très bonne couverture, mais aux franges incertaines. Selon l'enquête de Conjoncture de l'INSEE (de La GODELINAIS et al, 1992), les catégories de ménages sous-équipés sont essentiellement celles des ouvriers non qualifiés (4 % des ménages équipés au taux de 83 %), ceux des jeunes de moins de 25 ans (4 % des ménages équipés à 77 %) ou d'inactifs non retraités (6 % des ménages équipés à 83 %)"* (RIANDEY, 1993)

3 - 1.3 Les fichiers téléphoniques et le problème des listes rouges

Le développement des listes rouges est plus problématique s'il devait se poursuivre. Elles concernaient 13,5 % des abonnés au 31 décembre 1991. Ces taux sont toutefois variables d'une région à l'autre allant de 7,3 % dans l'Ouest à 20 % dans la région parisienne (TASSI, 1992). Ces différences imposent donc une stratification géographique pour corriger cette variabilité des taux. Bien que nous ne disposions pas de l'information, il est probable que la répartition géographique des listes rouges ne soit pas uniforme dans les agglomérations imposant là aussi une stratification géographique. Enfin, les ménages s'équipent de plus en plus de répondeurs qui offrent une possibilité de filtre des communications, pouvant accroître le pourcentage de ménages non atteint au téléphone.

Pour atténuer ces effets, il est possible d'utiliser une base de sondage plus complète, comme celle de l'INSEE pour redresser les résultats. Mais il est alors nécessaire de faire l'hypothèse que la population non atteinte par l'enquête téléphonique se comporte comme celle qui a été enquêtée dans chacune des zones de redressement. En l'absence d'enquêtes spécifiques, dans le domaine des transports, sur les éventuelles différences de comportements entre ces deux populations, il n'est pas possible de conclure sur l'erreur ainsi introduite. Par contre, Philippe TASSI (TASSI, 1992) a pu mettre en évidence la similitude des caractéristiques de sexe, d'âge et d'activité des personnes appartenant à des ménages sur liste rouge et à des ménages figurant dans l'annuaire. Ce constat est issu d'une expérience de "déclinaison" de numéro dans le cadre de l'enquête "75.000 radio télévision" sur l'audience des médias. Elle a porté sur un échantillon de 2.200 ménages sur liste rouge et 7200 sur annuaire. L'auteur n'a pas non plus repéré de différence dans les audiences ni dans le croisement de cet indicateur avec les variables de sexe, d'âge et d'activité entre les deux échantillons.

Cette recherche ouvre une autre piste pour contourner le problème des listes rouges. La "déclinaison" de numéros permet en effet de reconstituer la liste rouge. Dans la recherche précédente, l'auteur a ainsi obtenu des taux de ménages sur liste rouge tout à fait proche de ceux de France Télécom, y compris en procédant à une décomposition par région française. La procédure de "déclinaison" utilisée par l'auteur consiste à sélectionner tout d'abord un échantillon aléatoire d'abonnés sur annuaire. Ensuite les deux derniers chiffres de chacun des numéros sont changés de manière aléatoire. La gestion des numéros par France Télécom permet de rester sur le même central téléphonique et donc de sélectionner ainsi un ménage résidant dans un même secteur géographique. Dans son expérimentation, l'auteur a obtenu un pourcentage de refus analogue pour l'échantillon "décliné" et pour celui fourni par France Télécom.

Cette procédure présente toutefois l'inconvénient de fournir des numéros non valides ou bien attribués à des professionnels. On peut alors selon le cas, soit "décliner" de nouveau le numéro soit l'abandonner ce qui nécessite alors de disposer d'un échantillon d'abonnés sur annuaire important. La "déclinaison" présente une autre limite plus forte. Elle ne permet pas de disposer de l'adresse du ménage, qui ne peut donc être informé au préalable par courrier du déroulement de l'enquête.

Statistique Canada (DREW, et alii, 1988) utilise une autre méthode qui permet de résoudre partiellement ce problème. Elle constitue un premier fichier tiré dans l'annuaire, de personnes qui sont enquêtées après l'envoi d'un courrier les informant de l'enquête. Un second fichier est utilisé pour construire un échantillon par génération aléatoire de numéros. Les ménages figurant dans l'annuaire sont ensuite éliminés, ce qui permet d'obtenir un fichier de personnes sur liste rouge. La connaissance du nombre d'abonnés et du pourcentage d'abonnés sur liste rouge par bloc de 100 numéros permet de dimensionner ce second échantillon. Cette méthode suppose toutefois que la

société de téléphone accepte de fournir les données nécessaires à l'échantillonnage. De plus, elle ne résout pas le problème des adresses pour l'échantillon "décliné". D'autres techniques existent encore. Aux Etats Unis (RIANDEY, 1993), les fichiers sont constitués par génération aléatoire de numéros (*Random Digit Dialling*).

3 - 1.4 Téléphone et difficultés d'interroger les jeunes enfants

Enfin, les enquêtes ménages françaises portent sur toutes les personnes de plus de 5 ans des ménages enquêtés. Il semble difficile d'enquêter des enfants de cet âge au téléphone. Selon les enquêtes les limites sont fixées entre 11 et 18 ans. Au Havre, les jeunes de 11 ans et plus ont été enquêtés sans que cela semble poser de difficultés particulières. On peut penser que pour les plus jeunes enfants, les parents sont généralement à même de répondre pour leurs enfants.

3 - 2 - Une aire d'enquête élargie au bassin d'emploi

L'aire d'enquête des enquêtes ménages est souvent limitée au périmètre des transports urbains, comme à Lyon. Cette contrainte est généralement liée aux différents découpages institutionnels des agglomérations. Ce périmètre ne recouvre toutefois pas le bassin d'attraction de l'agglomération, comme l'illustre l'analyse des migrations alternantes.

L'enquête Cordon permet de pallier partiellement à cette limite, mais le questionnaire de cette enquête est différent. De plus, la périodicité et la date de réalisation des deux enquêtes sont différentes. Enfin, le périmètre de l'enquête ménages ne correspond pas pleinement à celui du Cordon. Ainsi certaines communes se trouvent dans le périmètre de l'enquête ménages, mais à l'extérieur du Cordon. Elles figurent alors dans les deux enquêtes. Ce cas peut être corrigé à l'aide des données de localisation. A l'inverse d'autres communes sont à l'extérieur du périmètre de l'enquête ménages, et à l'intérieur du Cordon. Elles ne sont alors prises en compte par aucune des deux enquêtes.

Au Canada, les limites de l'enquête régionale origine destination correspondent au bassin d'attraction des métropoles. On peut ainsi mieux appréhender l'ensemble des déplacements sur les infrastructures de l'agglomération.

En revanche, il est certain que le choix d'une aire élargie accroît le coût de production des données. Pour l'enquête téléphonique l'accroissement du coût est proportionnel au nombre d'enquêtes supplémentaires réalisées à la suite de l'extension du périmètre d'enquête. Mais pour des enquêtes à domicile, on assiste à une progression d'autant plus rapide que l'on s'éloigne du centre de l'agglomération et que la longueur des déplacements nécessaires pour rejoindre les ménages à leur domicile s'allonge.

Par ailleurs, cet élargissement permet d'analyser l'évolution de la localisation de l'habitat dans l'ensemble de l'aire de l'aire urbaine. Des analyses sont menées sur le thème de l'étalement urbain par le Professeur CHAPLEAU et le Ministère des transports du Québec (CHAPLEAU, GIRARD, 1986; CHAPLEAU, COTE, 1989).

4 - A propos de la précision des enquêtes

Les utilisations des données issues des enquêtes ménages ou des enquêtes régionales origine destination nécessitent le plus souvent de disposer de données suffisamment précises et représentatives de la population résidant dans la zone étudiée ou des déplacements qui y sont réalisés. Cette question doit bien évidemment être examinée sous l'angle du choix de la base de sondage, ainsi que sur celui de la technique d'échantillonnage. Mais cette analyse ne suffit pas. D'autres conditions doivent être remplies pour parvenir à une bonne précision :

- enquêter un effectif suffisant pour que l'échantillon soit statistiquement représentatif au seuil souhaité et pour les diverses sous-populations étudiées,
- limiter le taux de refus ou de rejet des enquêtes au niveau le plus faible possible,

- recueillir une information aussi fiable et précise que possible. Sous cette question l'ensemble des dimensions de l'enquête sont concernées. Nous en développerons deux qui ont fait l'objet de remarques particulières de la part de nos interlocuteurs :
 - le choix du répondant,
 - le recueil des "petits déplacements".

4 - 1 Un nombre élevé d'enquêtes

Le thème du nombre d'enquêtes a déjà été abordé dans les sections précédentes. Nous le reprenons donc ici rapidement.

La précision des données dépend étroitement du nombre d'enquêtes réalisées (Cf. annexe 7). La statistique sous réserve d'un certain nombre de conditions (qui ne sont d'ailleurs jamais totalement remplies, notamment en raison de la non exhaustivité des bases de sondage par rapport aux grandeurs étudiées ou des ménages refusant l'enquête), fournit des outils de calcul d'intervalles de confiance autour des valeurs estimées. Ces intervalles (et donc la précision) évoluent avec la racine carrée de l'effectif enquêté. Il s'ensuit que pour des indicateurs calculés sur l'ensemble de la population enquêtée, on dispose d'intervalles relativement restreints. Par contre, dès que l'on décompose le fichier en sous-échantillons, la précision diminue. C'est particulièrement vrai des décompositions spatiales qui réduisent fréquemment les effectifs et conduisent à de très faibles précisions. L'effectif d'une enquête devrait donc être évalué en fonction des analyses envisagées ou plus exactement des décompositions prévues et de la précision souhaitée.

Ce problème de précision se pose pour un grand nombre d'analyses réalisées à partir des enquêtes ménages. On pourrait reprendre les objectifs précédemment cités et on les retrouverait pour chacun d'eux. Il est donc important de chercher à augmenter le plus possible la taille de l'échantillon. Peut-être serait-il plus utile de sacrifier un peu de représentativité ou certaines questions au profit d'un effectif accru. Nous en sommes convaincus en ce qui concerne le contenu du questionnaire, comme nous l'avons évoqué dans une précédente section. En revanche, ne connaissant pas précisément les erreurs introduites par le choix du téléphone comme méthode d'enquête dans le domaine des déplacements, nous ne pouvons conclure quant à la pertinence de cette proposition. Il semble toutefois au vu des expérimentations réalisées dans d'autres domaines (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992) que l'hypothèse ne soit pas excessive.

4 - 2 Taux de réponse

Pour parvenir à une bonne précision des données recueillies, il est important de limiter le plus possible la part des ménages non atteints ou refusant de répondre. Or, il est peut-être plus facile de refuser de répondre lors d'une enquête téléphonique que lors d'une visite à domicile. Il est également peut-être plus difficile de joindre les ménages par téléphone qu'à domicile (pas d'abonné ou bien pas de réponse). Les résultats des enquêtes canadiennes et françaises (Cf. en annexe 8 la présentation des enquêtes téléphoniques de Grenoble et du Havre) rassemblées dans le tableau ci-dessous semblent le confirmer, même si les méthodologies d'enquêtes téléphoniques comportent des différences dans les deux pays et que les différences sont très faibles.

<i>Enquête téléphonique</i>	% de refus	% de ménages non atteints
Montréal, 1987	15,0 %	16,6 %
Toronto, 1986	25,9 %	
Toronto 1991	11,4 %	
Grenoble méthode "directe", 1985	16,0 %	17,0 %
Grenoble méthode "indirecte", 1985	19,0 %	19,0 %
Le Havre	19,7 %	9,1 %
<i>Enquête à domicile</i>		
Grenoble 1985	12,0 %	15,0 %
Grenoble 1978	14,0 %	12,0 %

Tableau 1 : Taux de réponse pour quelques enquêtes

Les refus sont assez nombreux au niveau de l'acceptation de l'enquête. En revanche, leur nombre est très faible en cours d'enquête, quel qu'en soit le motif (contenu "indiscret" de l'enquête, durée de l'enquête, ...). Ils sont quasi inexistantes au Canada compte tenu de la durée très réduite de l'enquête régionale origine destination. Ils représentent également un pourcentage très faible dans les expériences françaises (Le Havre 0,4 % des ménages enquêtés).

Pour compléter cette information, nous présentons les résultats des comparaisons de modes de passation d'enquête réalisées dans d'autres domaines. De LEEUW (De LEEUW, Van Der ZOUWEN, 1992), dans leur analyse de 25 études comparatives font état d'un taux de réponse moyen de 75 % pour le face à face et 69 % pour le téléphone. La différence est statistiquement significative, mais a tendance à se réduire dans le temps. Un résultat analogue est obtenu sur le pourcentage de "non réponse" à des items dans le mode téléphonique, avec des différences cependant faibles. COLLINS (COLLINS, SYKES, 1987) obtient un résultat similaire. Il observe de plus que le taux de refus est plus fort pour l'enquête téléphonique dont la durée moyenne est de 40 minutes que pour celles dont la durée n'est que de 20 minutes. Il constate également que l'envoi d'un courrier préalable à l'appel fait baisser le taux de refus. DREW (DREW, 1991) quant à lui obtient un taux de réponse de 96 % identique selon le mode de passation dans son enquête sur l'emploi. Il confirme également l'intérêt de la lettre préalable pour améliorer le taux de réponse. A l'inverse de De LEEUW, Le VAILLANT (Le VAILLANT, 1993) obtient des taux de non réponses aux questions deux fois plus faibles dans son enquête téléphonique (2,8 %) que dans le face à face (5,5 %).

De nouveau, il est difficile de conclure sur un effet mode d'enquête. Comme pour la qualité de l'information, il semble que le taux de réponse soit plus faible dans les enquêtes téléphoniques, mais que la différence avec le face à face tend à s'estomper. Il en ressort également que selon l'information fournie à la population enquêtée, la durée de l'enquête, la formation du personnel d'enquête, ... les pourcentages de refus ou de ménages non atteints évoluent. Dans une étude sur les causes de refus, DIJKSTRA et SMIT (DIJKSTRA, SMIT, 1991) ont montré que l'organisation de l'enquête et les enquêteurs avaient un rôle important dans le taux de refus. Les courriers et l'information à la population concernée permettent de réduire les refus. Au niveau des enquêteurs, un ton de voix élevé, un débit de parole élevé, une meilleure prononciation réduisent les refus. Ils proposent enfin diverses mesures pour réduire les refus. Dans un autre article, KULKA et WEEKS (KULKA, WEEKS, 1988) propose un protocole pour gérer les appels téléphoniques en vue d'améliorer le pourcentage de ménages atteints dans les enquêtes téléphoniques. Leur méthode s'appuie sur une analyse du pourcentage de ménages atteint selon le jour, l'heure et le rang de l'appel.

Il semble donc qu'en portant un effort particulier sur ces différentes dimensions, il soit possible d'obtenir des pourcentages de réussite assez proches de ceux obtenus lors des enquêtes au domicile. De nouveau en l'absence d'informations relatives aux comportements de ces ménages non enquêtés, il est nécessaire de faire l'hypothèse d'un comportement comparable à celui des ménages enquêtés. Toutefois, il ne nous semble pas que les quelques "déchets" supplémentaires représentent une erreur importante par rapport aux autres incertitudes et limites inhérentes aux deux méthodologies.

4 - 3 Choix du répondant

Généralement les enquêtes au domicile, sur les déplacements de la veille, concernent tous les membres du ménage. Il est ainsi possible d'enquêter plus de personnes pour un coût presque équivalent et surtout les données recueillies permettent d'analyser les interactions entre les membres du ménage.

A l'inverse pour les enquêtes téléphoniques, il est fréquent qu'une seule personne soit enquêtée, comme à Grenoble ou au Havre. Toutefois, il nous semble que si la durée de l'enquête n'est pas trop longue, il est préférable d'enquêter tous les membres du ménage. Nous retrouvons ainsi les avantages évoquées pour les enquêtes à domicile : possibilités d'analyse des interactions entre membres du ménage et des effectifs accrus. Dans le cas contraire, il y a lieu d'être vigilant sur la méthode employée pour sélectionner la personne à enquêter pour éviter les problèmes d'échantillonnage rencontrés au Havre. Par ailleurs, l'expérience de Grenoble (Cf. annexe 8) ne

permet pas de conclure sur l'intérêt de réaliser tout de suite l'enquête ou de prendre un rendez-vous. Dans le premier cas, les refus sont moins nombreux. Par contre, dans le second, on peut envoyer le questionnaire et espérer qu'il soit effectivement lu, ce qui permet a priori une meilleure compréhension.

Par contre, si tous les membres du ménage sont enquêtés, deux cas se présentent, soit chaque membre du ménage répond lui-même au téléphone, soit un seul répondant est choisi pour fournir les renseignements concernant chaque membre du ménage comme cela se pratiquait au Canada jusqu'à l'enquête de Montréal en 1993. Nous n'avons malheureusement pas d'exemple de comparaison de ces deux techniques d'enquête. Il nous semble toutefois que sans un minimum de précautions, la seconde comporte des risques importants concernant la fiabilité de l'information produite. Une personne du ménage est-elle à même de décrire précisément les déplacements de toutes les autres personnes du ménage? On peut penser que les déplacements réguliers ou "contraints" seront effectivement mentionnés et qu'il ne doit pas y avoir de difficulté pour fournir les principales caractéristiques de déplacements : mode, motif, lieu. L'heure de départ ou d'arrivée ou l'itinéraire, par contre, risquent d'être décrits avec moins de précision. Mais surtout, ce sont les déplacements plus occasionnels ou plus "libres" qui risquent d'être omis.

A Montréal et Toronto, cette technique était utilisée malgré cette limite. Les responsables de l'enquête estiment que la précision des résultats est suffisante par rapport à l'utilisation qui est faite des données, compte tenu des limites déjà évoquées (notamment le fait qu'une partie des déplacements automobiles ne soient pas repérés compte tenu de la technique d'échantillonnage retenu). Surtout, une autre technique risquerait d'augmenter le coût moyen de l'enquête et donc de réduire le nombre d'enquêtes réalisées, compte tenu des contraintes de budget. C'est donc un arbitrage qui est réalisé en faveur de la taille de l'échantillon, probablement au détriment de la qualité de l'information produite. Les promoteurs des enquêtes ménages françaises effectuent de fait l'arbitrage inverse.

Conscient de cette limite, les promoteurs de l'enquête de Montréal ont cherché à en réduire les effets. Ils ont choisi pour cela d'enquêter un second répondant. L'enquêteur a pour consigne d'enquêter directement une deuxième personne de plus de 15 ans. Pour les autres personnes du ménage, les renseignements sont toujours fournis par l'un de ces deux répondants directs. Toutefois, pour avoir suivi le déroulement de l'enquête sur une soirée en octobre 1993, l'expérience montre que lorsque les "non répondants directs" sont présents au domicile, ce sont eux qui répondent même lorsque le "répondant attiré" transmet la réponse à la téléphoniste. Il n'en reste pas moins qu'en l'absence d'une personne au domicile, l'information est recueillie à travers les déclarations de l'un des deux répondants.

Si l'on retient la technique canadienne, il est possible de limiter les risques d'erreurs ou d'oublis de déplacements par le répondant. Pour cela, les canadiens envoient un courrier aux ménages peu avant l'appel téléphonique les informant du déroulement et du contenu de l'enquête. Les enquêtés sont alors peut être plus vigilants sur les déplacements effectivement réalisés par les différentes personnes du ménage. L'absence d'expérimentation ne permet toutefois pas d'étayer cette hypothèse.

Cette technique d'enquête a également été utilisée par Hague Consulting Group aux USA en Floride auprès de 5.000 ménages. L'objectif était de recueillir tous les déplacements motorisés de la veille. Les enquêtés étaient contactés par téléphone, une première fois sans information préalable. L'enquêteur leur demandait alors leur accord pour réaliser l'enquête un jour donné, fixé d'un commun accord. 90 % des ménages contactés ont accepté de participer à l'enquête. Le ménage reçoit alors par courrier le questionnaire de l'enquête avec un carnet de bord pour chaque personne du ménage à remplir pour le jour concerné par le recueil des déplacements. L'enquêteur quelques jours avant le jour choisi pour l'enquête rappelle le ménage pour s'assurer de sa collaboration. 5 à 10 % des ménages ont alors décliné la poursuite de l'enquête. Enfin à l'occasion du 3ème appel, l'enquête a lieu avec le recueil des déplacements motorisés de tous les membres du ménage. Le répondant dispose alors de tous les carnets de bord pour répondre à l'enquêteur. Très peu de refus sont apparus à l'occasion de ce dernier appel. L'enquête durait de 5 à 20 minutes selon les ménages. Nous ne disposons pas d'informations très précises sur les résultats obtenus, mais les promoteurs de l'enquête

semblent satisfaits des données recueillies. Certes la composition de la population comportant un fort pourcentage de retraités et le repérage des seuls déplacements motorisés rendent l'opération plus aisée. Mais il semble que moyennant des précautions supplémentaires (et donc un coût supérieur), il soit possible de ne choisir qu'un seul répondant par ménage. Des expérimentations sont toutefois souhaitables dans un contexte français avant de conclure plus avant.

Une autre solution consiste à enquêter directement tous les membres du ménage. Toutefois, si un membre du ménage est absent, l'enquêteur sera alors obligé de prendre rendez-vous pour s'assurer de la présence de tous les membres du ménage. Les risques de refus sont alors accrus si l'on en croit les expériences de Grenoble ou de Floride. De plus, les coûts d'enquête augmentent avec le nombre d'appels nécessaires à la réalisation de l'enquête.

4 - 4 - Repérage des "petits" déplacements

Le recueil des déplacements de la veille requiert une relative technicité de la part de l'enquêteur. Il a un rôle beaucoup plus important que pour les autres parties du questionnaire où, au contraire, on lui demande généralement de ne pas influencer ou relancer l'enquêté. C'est notamment le cas du questionnaire d'opinion où l'intervieweur se doit d'être le plus "neutre" possible. A l'inverse dans le recueil des déplacements de la veille, l'enquêteur a un rôle actif. Il doit détecter toutes les incohérences possibles qui peuvent désigner l'"oubli" d'un déplacement ou relancer l'enquêté pour s'assurer qu'il n'a oublié aucun déplacement, notamment les "petits déplacements", c'est-à-dire aller acheter du pain ou le journal ou déposer un enfant à l'école, ... qu'il s'agisse d'un arrêt au cours d'un déplacement ayant un autre motif principal ou qu'il s'agisse de déplacements ayant ce motif principal.

On peut dès lors se demander si la technique téléphonique est aussi performante que celle du face à face pour répondre à cet impératif d'"exhaustivité" dans le recueil des déplacements :

- la présence physique permet sans doute d'avoir une meilleure relation enquêté-enquêteur et donc de mieux soutenir l'attention de l'enquêté ou évaluer les éventuels "oublis" ou "incohérences" de l'enquêté,
- la présence physique peut faciliter la compréhension des questions et des concepts (notamment celui de "déplacement") utilisés au cours de l'enquête,
- l'enquête téléphonique doit être aussi brève que possible pour limiter les refus en cours d'enquête qui sont relativement plus faciles par téléphone qu'en face à face (bien qu'ils soient très peu nombreux). De ce fait, l'enquêteur dispose de moins de temps pour assurer les relances
- ...

La technique utilisée à Montréal et Toronto qui consiste à n'avoir qu'un seul répondant pour l'ensemble du ménage renforce ce problème. Seules des expérimentations nous semblent être à même de répondre à cette question. Comme elles n'ont pas été réalisées au Canada, nous devons nous contenter des expériences de Grenoble et du Havre dans l'attente de ceux de Paris où les effectifs enquêtés sont beaucoup plus importants.

Pour Grenoble (CETUR, CETE de Lyon, 1986), nous présentons les résultats pour des échantillons comparables :

- enquête téléphonique 671 personnes constituées en deux sous échantillons :
 - enquête "directe" 377 personnes,
 - enquête "indirecte" 293 personnes,
- enquête face à face 1.482 personnes de plus de 16 ans enquêtées au domicile appartenant à des ménages équipés de téléphone, et ayant répondu au questionnaire complémentaire (1 seule personne par ménage).

Certes des différences apparaissent entre les deux enquêtes. La mobilité est légèrement plus faible pour les enquêtes téléphoniques, notamment dans le cas de la méthode "directe". Cette différence s'explique par des déplacements moins nombreux en marche à pied et en voiture particulière, qui peuvent correspondre à des "petits déplacements". Par contre, les déplacements effectués en transports collectifs ou en deux roues sont plus nombreux dans l'enquête téléphonique. Les déplacements sont plus nombreux pour les motifs "contraints" (travail et école) dans l'enquête

téléphonique et moins nombreux pour les motifs plus "libres", ce qui pourrait de nouveau correspondre à nos "petits déplacements". Les sens d'évolutions sont en revanche, contradictoires entre les deux types de méthodes pour les enquêtes téléphoniques.

Mobilité	enquête téléphonique			enquête face à face
	"directe"	"indirecte"	moyenne	
tous modes et tous motifs	3,90	4,25	4,06	4,19
marche à pied	1,36	1,02	1,22	1,37
voiture particulière	1,91	2,57	2,20	2,31
transport collectif	0,36	0,44	0,39	0,31
deux-roues	0,18	0,17	0,17	0,12
travail	0,92	1,07	0,99	0,93
école	0,21	0,15	0,19	0,13
affaires et divers	1,95	2,10	2,02	2,20
secondaires	0,82	0,94	0,87	0,93

Tableau 2 : Mobilité selon la méthode d'enquête à Grenoble en 1985

Ainsi, les craintes relatives à la sous-estimation du nombre de déplacements lors de l'enquête téléphonique ne peuvent être infirmées. Toutefois, les différences sont très faibles et ne sont pas statistiquement représentatives. De plus, les écarts sont partiellement contradictoires selon la technique employée lors de l'enquête téléphonique. Les résultats n'étant pas statistiquement représentatifs, il ne nous semble pas utile de pousser plus en détail cette analyse comparative. De ce fait, rien ne permet d'affirmer en l'état que les enquêtes téléphoniques fournissent de moins bons résultats.

Au Havre, les résultats (CETUR, DTT, Ville du Havre, CETE, 1992) ne sont pas donnés pour des populations comparables comme à Grenoble :

- enquête téléphone 1.302 personnes de 11 ans et plus (1 personne par ménage tiré selon la méthode du reste qui introduit un biais "en sur-représentant les personnes les plus âgées, les parents, au détriment des enfants" selon les auteurs),
- enquête en face à face 3.000 personnes de 11 ans et plus appartenant à 1.356 ménages.

Mobilité	enquête téléphonique	enquête face à face
tous modes et tous motifs	3,49	3,87
marche à pied	0,99	1,13
voiture particulière	2,02	2,22
transport collectif	0,33	0,33
deux roues	0,07	0,12
autres	0,08	0,08
travail	0,74	0,75
école	0,41	0,42
affaires diverses	1,74	1,99
secondaires	0,60	0,71

Tableau 3 : Mobilité selon la méthode d'enquête au Havre en 1992

Nous reprenons la conclusion relative à Grenoble au vu de ces résultats. La mobilité est plus faible lors de l'enquête téléphonique. Cette différence correspond à une mobilité plus faible pour les mode marche à pied et voiture particulière et pour les motifs plus "libres", qui pourraient correspondre aux "petits déplacements". Toutefois, comme à Grenoble, ces résultats ne sont pas statistiquement représentatifs. De plus, selon l'indication des auteurs, l'échantillon de l'enquête téléphonique comporte un biais lié au tirage de la personne à enquêter selon la méthode du reste.

Les enquêtes parisiennes portant sur des effectifs plus importants permettront peut être de conclure, mais ces premiers résultats ne peuvent ni confirmer ni infirmer la thèse d'une sous-estimation de la mobilité lors des enquêtes par téléphone.

5 - Quelques spécificité de l'enquête canadienne

5 - 1 Repérage spatial des déplacements

L'expérience canadienne illustre tout à la fois l'intérêt et la faisabilité du recueil précis des origines et destinations des déplacements.

L'utilisation d'un référent spatial permettant de s'affranchir des découpages zonaux fournit une plus grande précision dans le repérage spatial des déplacements. Celui-ci peut être utilisé pour affiner la spatialisation des études sur les déplacements. Mais cette précision est également utile pour des analyses réalisées à un niveau macro. L'exemple d'utilisation de MADITUC relatif au calibrage des fonctions d'impédance est très significatif à cet égard. L'abandon du découpage zonal permet d'accroître très sensiblement le pourcentage de déplacements correctement reproduits par le modèle. Toutefois cette information plus précise trouve tout son sens lorsque la taille de l'échantillon est elle-même suffisamment importante pour que les résultats soient statistiquement significatifs. Elle nécessite également pour certaines analyses de développer des outils nouveaux, comme MADITUC, pour être à même d'utiliser pleinement la richesse de l'information disponible.

Lors de nos entretiens en France, certains de nos interlocuteurs se sont interrogés sur la faisabilité d'un tel recueil. Il nous semble donc utile de préciser la démarche adoptée par les Canadiens. Lors de l'enquête, l'enquêteur a pour consigne d'obtenir une information la plus précise possible sur l'adresse d'origine et de destination du déplacement. Pour cela, il demande successivement les informations suivantes, en s'arrêtant dès que la réponse est satisfaisante :

- le code postal de l'adresse, qui au Canada correspond généralement à un côté d'îlot dans les zones urbanisées,
- l'adresse, qui grâce à un dictionnaire peut être associée à un code postal,
- le nom de l'établissement correspondant (entreprise, administrations, commerce, ...). Des dictionnaires constitués progressivement assurent la correspondance avec un code postal,
- l'intersection la plus proche, le dictionnaire d'intersections de rues permet d'identifier le code postal le plus proche ou les codes postaux les plus proches ou encore la géolocalisation de l'intersection. On ne dispose donc plus d'une information exacte, mais d'une information approchée qui reste toutefois suffisamment précise pour la plupart des applications,
- un lieu public proche (place publique, édifice, établissement, ...). L'utilisation des dictionnaires permet comme précédemment d'associer à ce lieu le code postal correspondant ou les codes postaux les plus proches,
- enfin, si aucune de ces informations ne peut être obtenue, l'enquêteur a pour consigne d'obtenir une information même si elle est incomplète. Cette information sera ensuite utilisée pour créer une adresse probable ou pour la répartir entre plusieurs codes postaux affectés de poids dont la somme est égale à 1. Par exemple, si une adresse ne comporte que le nom de la rue sans le numéro, il est possible de répartir cette adresse au prorata des codes postaux obtenus dans cette rue au cours de l'enquête. Il est même possible de raffiner cette codification en faisant intervenir le motif du déplacement considéré. La répartition de cette adresse sera obtenue au prorata des codes postaux obtenus dans cette rue au cours de l'enquête pour le même motif. On peut également faire intervenir le mode, s'il est collectif en privilégiant les adresses situées à proximité de la ligne de bus en question, La procédure utilisée permet de construire une information probable à partir d'une information incomplète, plutôt que de la rejeter en totalité.

Pour l'enquête de 1993, l'ordre ci-dessus a été modifié. Désormais, les enquêteurs ont pour consigne de saisir en premier le nom de l'établissement correspondant à la destination. L'adresse est également notée, si nécessaire, ou tout au moins une indication permettant d'identifier l'établissement en question, si plusieurs établissements portent le même nom. Cette évolution est un résultat des travaux du Professeur CHAPLEAU sur la cartographie de l'espace (Cf. chapitre IV, section 2.3). Il ne

considère plus uniquement la localisation de l'origine et de la destination d'un déplacement comme un lieu physique, mais plutôt comme une fonction (attachée au motif du déplacement) localisée. C'est-à-dire que l'information recueillie ne sera plus un lieu, mais l'établissement "machin", le commerce "bidule", le domicile, ... dont on sait par ailleurs qu'il est localisé à la coordonnée x-y grâce à des dictionnaires d'équivalence.

Cette procédure de codification est bien évidemment réalisée à l'issue de l'enquête en raison du temps de calcul informatique qu'elle nécessite (le développement de la puissance et de la rapidité des micro-ordinateurs autorisera peut être dans l'avenir l'introduction de cette tâche au cours de l'enquête). Chaque soir, l'ensemble des enquêtes est ainsi traité. La disposition des dictionnaires d'adresses permet de traiter automatiquement une partie importante des localisations. Les autres ont été traités manuellement par une équipe d'une dizaine de personnes (pour l'enquête de 1993) qui a pu assurer la codification au fur et à mesure du déroulement de l'enquête. Il a ainsi été possible de valider l'information le lendemain, auprès du ménage enquêté, lorsqu'elle semblait erronée ou était incomplète.

Les expériences de Montréal et Toronto illustrent ainsi la faisabilité de ce recueil. Qui plus est, cette information contribue à l'amélioration des procédures de validation des données grâce à l'enrichissement progressif des dictionnaires utilisés. Il reste toutefois que cette méthode nécessite un investissement initial important, mais qui peut intéresser plusieurs partenaires locaux.

En ce qui concerne l'itinéraire, l'information est disponible pour les transports collectifs en raison de la simplicité du recueil. Par contre, jusqu'à l'enquête de 1993, aucune donnée n'est disponible pour la voiture. L'expérience de la prochaine enquête permettra d'apprécier d'une part la faisabilité du recueil et d'autre part l'intérêt de cette information.

5 - 2 Codage et saisie directe

L'enquête canadienne présente encore la particularité d'être codée et saisie directement au cours de l'enquête par le téléphoniste. Malgré l'équipement nécessaire en ordinateur et le travail informatique préalable, cette méthode permet des économies importantes par ménages enquêtés. A Toronto le coût du codage et de la saisie par ménage a été ramené de 6,85 \$ en 1986 à 2,03 \$ en 1991 (le tout en \$ canadiens de 1991) grâce à la saisie directe sur ordinateur. L'enquête de 1986 avait été codé et saisie après la réalisation de l'enquête.

Outre cette diminution des coûts, la saisie directe permet de réaliser un apurement immédiat du questionnaire. Pour le moment, compte tenu de la puissance des micro-ordinateurs en service, seul un apurement aux bornes et quelques tests de validation logique ont été réalisés pour ne pas ralentir le travail des enquêteurs. Mais le développement de la rapidité des micro-ordinateurs permettra peut être à l'avenir d'étoffer cette validation des résultats en cours d'enquête. L'enquêteur peut ainsi, en cas d'erreur ou d'"incohérences" vérifier et le cas échéant corriger les renseignements saisis.

Une validation plus complète est effectuée chaque nuit sur les enquêtes réalisées dans la journée. Il est alors possible de rappeler dès le lendemain les enquêtés en cas de problème, ce qui réduit d'autant les risques d'oubli des renseignements fournis la veille.

Dans le cadre de l'enquête emploi réalisée par Statistique Canada, DREW (DREW, 1991) a montré que l'introduction de la saisie directe dans les enquêtes téléphoniques permettait d'améliorer la qualité des données. *"Le taux général de rejet à la vérification pendant le traitement post-collecte des données était inférieur de 50 % pour l'ITAO (Interview Téléphonique Assistée par Ordinateur). Ensuite, il y a eu une disparition pratiquement totale des erreurs de branchement. ... Enfin, la taille du ménage moyen déclarée pour l'ITAO était supérieure de 3 %, ce qui représentait en gros une réduction de 50 % du sous-dénombrement de l'EPA (Enquête sur la Population Active) par rapport au recensement."*

Enfin, le fichier de données est disponible très peu de temps après la réalisation de l'enquête. Les analyses peuvent alors commencer plus rapidement.

Cette technique n'est pas liée à la méthode d'enquête par téléphone. En effet, il est possible d'utiliser des portables lors des enquêtes à domicile. Toutefois, le coût d'un portable est plus élevé. Des expériences ont déjà été réalisées en ce sens, notamment par Hague Consulting Group (BRADLEY, 1988) ou Peter JONES (JONES et al, 1987).

Conclusions

La richesse de l'enquête régionale origine destination canadienne et les importantes différences méthodologiques avec les enquêtes ménages françaises, ont contribué à modifier quelque peu l'objectif de notre recherche. Initialement, nous devions analyser les possibilités d'améliorations de l'enquête ménages ou de nouvelles productions de données dans deux directions :

- le repérage spatial des déplacements,
- une meilleure identification des déplacements automobiles sur la voirie au sein du périmètre d'étude.

Nous avons maintenu le premier objectif. Par contre, nous n'avons pas pu traiter le second. L'analyse de l'enquête canadienne nous a conduit vers l'étude de la méthode d'enquête elle-même. Nous avons ainsi cherché à répondre à la question suivante. Compte tenu de ses avantages, l'enquête téléphonique n'est-elle pas préférable au face à face pour répondre aux objectifs des enquêtes déplacements urbains ? Cette question a été déclinée à travers ses implications en terme de questionnaire, d'échantillonnage, de précision, ... Ce sont ces différents éléments que nous reprenons ici de manière plus synthétique, avant de revenir sur les objectifs de production des données.

1 - Le meilleur repérage spatial, un plus à transformer

L'analyse de l'enquête ménages nous a amené à dresser le constat d'une insuffisance de la spatialisation des déplacements que ce soit au niveau de l'origine et de la destination ou à celui des itinéraires. Un meilleur repérage de ces derniers permettrait de répondre plus efficacement aux objectifs de l'enquête ménages.

La comparaison des résultats de l'affectation des déplacements à partir des origines et destinations repérées aux côtés d'îlot avec ceux obtenus à partir d'un repérage des déplacements selon un zonage de l'agglomération (Cf. chapitre IV, section 1-2) illustre les avantages de l'identification précise des localisations. Elle permet une bien meilleure reconstitution des itinéraires des individus sur le réseau de transports collectifs. C'est toute la modélisation des trafics qui s'en trouve améliorée.

La possibilité de répondre aux préoccupations des Agences d'Urbanisme serait également grandement accrue. Une information mieux localisée permet de s'adapter aux zonages pertinents pour les préoccupations d'urbanisme ou d'actions sociales, qui sont le plus souvent différents des découpages pertinents pour la voirie, eux-mêmes distincts de ceux utilisés par les réseaux de transports collectifs.

Nous pourrions poursuivre cette liste. Cela ne nous semble pas utile, tant l'intérêt d'une meilleure localisation semble évident. La faisabilité d'un tel recueil pouvait par contre le sembler moins. Cette interrogation nous amené à Montréal pour évaluer l'enquête régionale origine destination. Celle-ci, réalisée dans plusieurs métropoles canadiennes, fournit une localisation très précise des origines et destinations des déplacements et de l'itinéraire pour les trajets effectués en transports collectifs.

L'analyse des conditions de réalisation de ces enquêtes sur le cas de Montréal et de Toronto a confirmé cette faisabilité (Cf. chapitre III). De plus, elle a mis en évidence les potentialités de ce repérage lorsqu'il est associée au système MADITUC de planification des déplacements (Cf. chapitres II et IV). Mais elle a également souligné l'intérêt d'associer des effectifs importants d'enquête à ces repérages. Un meilleur repérage permet d'améliorer les procédures d'affectation, quel que soit l'effectif considéré. En revanche, les décompositions de l'échantillon imposées par certaines analyses fines sur le plan spatial ne sont possibles qu'avec des effectifs importants, comme par exemple l'étude des conditions de déplacements des habitants de DSQ, de la charge d'une ligne de transports

collectifs et de sa clientèle, l'origine des clients d'un centre d'achat ou certaines applications développées à l'aide du système MADITUC (Cf. chapitre IV)

Cette nécessité d'un nombre élevé d'enquêtes, nous renvoie à la méthodologie choisie pour recueillir les informations. Compte tenu des contraintes financières des collectivités, la méthode face à face interdit pratiquement des effectifs élevés. Par contre, la méthode téléphonique réduit semble-t-il les coûts de manière très importante. A Montréal, le coût par ménage est dix fois moindre qu'à Lyon. Cette considération semble expliquer le recours important à cette méthodologie en Amérique du Nord.

2 - Enquête téléphonique ou face à face ?

Nous reprenons de manière synthétique les différents éléments traités au chapitre V de ce rapport.

2 - 1 Coût - effectif

C'est le principal avantage de l'enquête téléphonique. La comparaison des coûts canadiens et français se situe dans un rapport de 1 à 10. Cela permet non pas de faire des économies mais d'accroître de manière importante les effectifs à enveloppe financière fixe.

2 - 2 Un questionnaire léger

Pour éviter les refus et faciliter la compréhension des questionnaires par les enquêtés, ceux-ci ne doivent pas être trop longs et doivent être établis sur la base de questions les plus simples possible. Une investigation dans d'autres domaines que ceux du transport, où l'enquête téléphonique est très répandue, permet de mieux cerner ces limites. En ce qui concerne la durée, il semble que la demi-heure soit le maximum à ne pas dépasser. Quant à la complexité du questionnaire, les expériences menées à Grenoble et au Havre semble indiquer que le recueil des déplacements de la veille ne pose pas plus de problème par téléphone qu'à domicile. De plus, les systèmes d'ITAO (Interview Téléphonique Assistée par Ordinateur) permettent de faciliter la tâche de l'enquêteur pour gérer cette complexité.

Le contenu du questionnaire doit donc être réduit par rapport à l'enquête ménages actuelle dont la durée moyenne est de une heure et demie. Une réduction importante du contenu du questionnaire nous semble possible sans remettre en cause les principaux objectifs de l'enquête ménages qui porte sur la planification locale et la comparaison dans le temps et dans l'espace des principaux indicateurs de mobilité. Il est certain, par contre, que l'abandon du questionnaire complémentaire ne fera pas toujours plaisir aux élus qui y trouvent des motifs de satisfaction du style *"92% des lyonnais sont favorables au métro"* ! Si cela peut poser des problèmes concernant le financement des enquêtes, il semble que cela en pose moins sur la pertinence des modes de questionnement (Cf. F. CHATEAU et N. TABARD, 1987). En revanche, la question de l'intérêt de certains items socio-économiques ou de pratiques de déplacements se posent de manière plus délicate pour répondre à la volonté de recherche des déterminants de la mobilité.

2 - 3 Echantillonnage

La première question à se poser lorsque l'on traite d'échantillonnage est celle de l'unité statistique de base. Dans notre cas, il s'agit le plus souvent du déplacement puisque l'objectif principal de ces enquêtes est d'aider à la gestion à la planification des déplacements au sein de l'aire d'enquête. La base de sondage devrait alors être représentative de tous les déplacements réalisés au sein du périmètre d'enquête. Pourtant, en enquêtant les ménages résidants dans le périmètre d'enquête, une partie des déplacements est exclue (déplacements des non-résidents, motifs professionnels, ...). Ainsi, le choix d'une base de sondage ménages présente certaines limites. C'est à la lumière de ce constat que le problème de l'échantillonnage doit être posé.

Les fichiers téléphoniques sont généralement moins complets que d'autres fichiers comme ceux de l'INSEE, pour deux raisons principales :

- l'équipement téléphonique n'a pas encore atteint les 100 %. France Télécom l'évalue à 95 % des ménages français,
- les listes rouges et les répondeurs permettant de filtrer les communications tendent à se développer.

Il s'agit certainement d'une faiblesse des fichiers téléphoniques. Toutefois les fichiers utilisés pour les enquêtes ménages ne sont pas eux-mêmes exhaustifs et posent parfois des problèmes de mises à jour. Il serait utile de savoir si les ménages non équipés ou sur liste rouge présentent des caractéristiques différentes des autres ménages, notamment en ce qui concerne leur mobilité quotidienne. En l'absence d'information, il est possible d'utiliser certaines techniques de reconstitution de liste rouge ("déclinaison, RDD ("*Random Digit Dialling*") qui ont montré leur efficacité, même si elles ne sont pas exemptes de limites.

La question de l'échantillonnage doit également être posée au niveau du périmètre étudié. Si l'on cherche à reconstituer les déplacements réalisés au sein de l'agglomération, il est souhaitable d'enquêter sur l'ensemble du bassin d'emploi de l'agglomération en raison de l'importance des migrations quotidiennes entre cette zone et l'agglomération elle-même. Le téléphone retrouve alors tout son attrait pour repousser les limites du périmètre d'enquêtes. L'enquête lyonnaise est actuellement limitée au périmètre du SDAU, qui est beaucoup plus restreint que le bassin d'attraction de l'agglomération. Cette limite tient principalement à des contraintes de coût. Plus l'aire d'enquête est étendue, plus le coût unitaire d'enquête augmente dans le cas d'enquête à domicile, pour des raisons évidentes de distance et donc de temps de déplacement. En revanche, avec le téléphone, la distance devient presque indifférente.

2 - 4 Précision et qualité

Les promoteurs de l'enquête ménages insistent beaucoup sur ces dimensions. Pour cela, ils cherchent à minimiser les refus et à recueillir une information la plus complète possible. Ils estiment qu'à ce niveau l'enquête à domicile offre de meilleures performances.

Faute de comparaisons méthodologiques sur des effectifs importants (les résultats des enquêtes menées par la DREIF ne seront pas disponibles avant 1994 ou 1995) en France ou au Canada, il nous est difficile de conclure. Les résultats de Grenoble et du Havre fournissent malgré tout quelques renseignements :

- même si le taux d'enquêtes complétées est plus important lors des enquêtes à domicile, la différence reste toutefois assez faible et non statistiquement significative,
- le nombre de déplacements recueillis, selon les modes et motifs, est très légèrement plus faible pour les modes non motorisés et les motifs non "contraints" lors de l'enquête téléphonique, semblant attester un risque d'"oubli" des "petits déplacements". Mais la différence reste faible et n'est pas statistiquement significative.

Les expériences menées dans d'autres domaines, essentiellement à l'étranger, semblent aller dans le même sens. Le taux de réponse et la quantité d'information recueillies semblent supérieures dans le cas du face à face. Toutefois, les différences sont faibles et elles ont tendance à s'estomper au fur et mesure que les techniques d'enquêtes téléphoniques s'affinent.

Le choix du répondant au téléphone est également sources d'interrogation. Il semble en effet assez légitime de s'interroger sur la qualité des résultats obtenus lorsqu'il n'y a qu'un seul répondant pour l'ensemble du ménage. Pourtant, les canadiens et d'autres chercheurs californiens d'Hague Consulting Group ont recouru à cette méthode avec un succès suffisant au regard de leurs objectifs. L'interrogation directe de tous les membres du ménage semble également possible, même si elle allonge probablement sa durée et complique la gestion de l'enquête.

La qualité de l'information se mesure aussi par les risques de biais ou la cohérence des réponses. Ici nous ne disposons pas d'expérience dans le domaine du recueil des déplacements. Les expérimentations réalisées dans d'autres domaines semblent montrer que le téléphone génère des réponses plus normatives ("*social desirability bias*"). Le contenu des questionnaires sur les déplacements de la veille, surtout si les questionnaires complémentaires sont abandonnés, n'est

toutefois pas susceptible d'entraîner ce type de biais. Par contre, la cohérence des réponses semble meilleure.

Des investigations complémentaires seraient nécessaires pour approfondir les analyses et valider ces premiers résultats sur des échantillons plus importants en matière de recueil des déplacements. Il serait également utile d'étudier l'incidence des éventuels biais sur les résultats obtenus. Cette analyse devrait toutefois être mis en parallèle avec les autres sources d'incertitudes mentionnées précédemment (déplacements non repérés du fait du choix de la base de sondage, aire d'enquête, effectifs enquêtés, ...).

Si le doute est permis sur les dimensions précédentes, la méthode d'enquête par téléphone présente par contre des avantages sur deux aspects :

- un meilleur contrôle des enquêteurs. La présence de tous les enquêteurs dans une même salle avec la possibilité pour le superviseur de se brancher sur les communications téléphoniques en cours permet d'assurer un suivi permanent des enquêteurs et surtout de détecter dès le démarrage de l'enquête d'éventuels défauts de certains enquêteurs,
- le codage et la saisie directe, réalisés au Canada, permettent une validation rapide des données. Au Canada, elle est réalisée en deux étapes. Une première validation sommaire au cours de l'enquête permet une correction immédiate si nécessaire. Une seconde plus complète en fin de journée autorise un rappel rapide des ménages en cas de problèmes. Certes, la saisie directe est possible avec des micro portables, mais son coût est plus élevé. Une transmission quotidienne des données au service de supervision des données pour validation plus complète est également possible, mais elle est plus coûteuse et nécessite une logistique adaptée.

3 - Synthèse

Au terme de cette analyse, la faisabilité technique d'une enquête ménages par téléphone ne nous semble pas poser de problème. Le téléphone nous semble bénéficier de multiples avantages : coût, taille d'échantillon, aire d'enquête, suivi de l'enquête. Les questions de précisions (taux de réponse, échantillonnage) et de qualité sont plus controversées, les deux méthodes présentant tout à la fois des avantages et des inconvénients. Reste la question de l'adéquation de chacune des deux méthodes à remplir les objectifs assignés à l'enquête ménages.

Les objectifs des enquêtes ménages, affichés par le CETUR, se situent à deux niveaux. Tout d'abord, nous trouvons les objectifs locaux (ils sont repris dans le tableau ci-après). Les objectifs pour une DDE (Direction Départementale de l'Équipement) ou un réseau de transports collectifs sont assez proches. Ils visent principalement la connaissance des flux ou la charge sur les différents axes routiers ou lignes de transports collectifs et les caractéristiques de la clientèle les empruntant. Théoriquement, l'enquête ménages est plus riche dans la mesure où elle permet une meilleure caractérisation de la clientèle puisque le questionnaire comprend beaucoup plus de renseignements. En fait, dans la pratique, à moins de travailler sur de très grandes zones ou sur les principaux axes, on bute très rapidement sur les effectifs enquêtés qui empêchent de poursuivre les segmentations. Ainsi, cette richesse apparente se révèle-t-elle une faiblesse.

Au contraire l'enquête canadienne offre des effectifs beaucoup plus importants. Certes la caractérisation de la clientèle est assez sommaire. Mais dans la pratique, notamment dans les exercices de prévision, cette caractérisation est suffisante. Les modèles utilisés, que ce soit DAVIS ou TERESE dans le cas lyonnais, se contenteraient très bien des données recueillies au Canada. De plus, leur précision serait accrue du fait d'effectifs enquêtés plus importants. Enfin, à la lumière des expérimentations du Professeur CHAPLEAU (CHAPLEAU, 1983), la fiabilité de l'affectation augmente lorsque les localisations sont connues avec davantage de précision.

Pour les transports collectifs la connaissance de l'itinéraire, couplée avec des effectifs importants permet une analyse précise de la charge par ligne du réseau de transports collectifs, ce que ne permet pas l'enquête ménages. Ceci explique probablement le fait que l'enquête ménages ne soit pas utilisée pour calibrer le modèle TERESE.

Si l'on retient les préoccupations des Agences d'Urbanisme, il sera souhaitable d'avoir des données spatialisées. Par exemple, pour étudier les déplacements des résidents d'une zone de DSQ (Développement Social des Quartiers), l'enquête ménages actuelle fournit des données insuffisamment spatialisées. De plus, les effectifs enquêtés sont trop faibles pour des décompositions au sein de la zone étudiée. Il est alors peut être préférable d'avoir des questionnaires moins riches, mais des effectifs plus importants pour mener les analyses souhaitées. De même, l'aire d'enquête actuelle ne permet pas d'étudier l'étalement urbain. C'est pourtant un problème important d'organisation de l'espace urbain, qui a des conséquences nombreuses sur les flux de déplacements dans l'agglomération et la répartition modale. Par contre, A Montréal ou Toronto, ces analyses sont menées à partir des données de l'enquête régionale origine destination

Les préoccupations d'une Chambre de Commerce sur les achats peuvent être soumises à la même analyse et au même constat. Seul l'objectif de connaissance des aspirations ou opinions des habitants se démarque des autres objectifs locaux.

Une seconde série d'objectifs concerne le niveau national. L'analyse des conséquences d'une politique ou d'un investissement lourd, (outre qu'elle pose des problèmes méthodologiques sur la notion d'"effet" ou d'"impact" que nous n'exposerons pas ici (OFFNER, 1985; BONNEL, THIBAUD, 1991)), nécessite des effectifs importants dès lors que l'on ne se limite pas à quelques indicateurs généraux à l'échelle de l'agglomération. De plus, les résultats ne sont pas toujours statistiquement représentatifs en raison des différences souvent assez faibles que l'on cherche à mesurer. De fait, à notre connaissance, les enquêtes ménages n'ont jamais servi à mener une analyse de suivi un peu détaillé. Elles peuvent tout au plus fournir des indicateurs généraux d'évolution de mobilité. Dans ce cas, les données nécessaires sont disponibles dans l'enquête régionale origine destination. Cette dernière retrouve alors l'avantage d'effectif plus important. La comparaison des agglomérations entre elles bute sur des problèmes identiques. Elle est de ce fait limitée aux principaux indicateurs de mobilité présent dans l'enquête canadienne. Outre la question des effectifs, l'élargissement de l'aire d'enquête à l'ensemble du bassin d'attraction de l'agglomération permet d'atténuer les problèmes de comparaison posés par le choix de limites différentes dans le temps et dans l'espace. A Lyon, le périmètre d'enquête a évolué entre les différentes enquêtes ménages réalisées, nécessitant des redressements parfois assez complexes, y compris sur le plan méthodologique, pour comparer les données entre elles. Dans le cas de la comparaison de la mobilité au sein de villes différentes, le problème est encore plus ardu.

Par contre, en ce qui concerne la recherche des déterminants de la mobilité, il est effectivement souhaitable d'avoir un éventail assez large de renseignements socio-économiques. A cet égard, les enquêtes ménages ont pu alimenter nombre de recherches, notamment au Laboratoire d'Economie des Transports. Mais on peut se demander s'il est utile que ces informations soient saisies à l'occasion de toutes les enquêtes ménages alors que seules quelques-unes d'entre elles ont servi pour les activités de recherche. En revanche les données canadiennes permettent d'alimenter d'autres réflexions qui ne peuvent être menées à l'aide de l'enquête ménages. Il en est ainsi des travaux sur l'étalement urbain et ses conséquences sur la mobilité et la planification des réseaux, sur l'influence de la proximité aux transports collectifs sur l'usage des modes, sur l'amélioration des modules d'affectation des modèles de prévision (Cf. chapitre IV et bibliographie).

Le tableau ci-dessous reprend ces différents éléments en les synthétisant :

Objectifs de planification locale	Enquête régionale origine destination
<ul style="list-style-type: none"> - "les flux de trafics routiers pour une Direction Départementale de l'Équipement" - "les relations entre urbanisme et mobilité pour une Agence d'Urbanisme" - "les données sur la clientèle pour un réseau de transport collectif" - "les données sur les achats pour une Chambre de Commerce" 	<p>avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> - effectif important - données spatialisées - aire d'enquête correspondant au bassin d'emploi - connaissance des itinéraires <p>limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> - moindre quantité d'information (repérage des "petits déplacements") ? - base de sondage téléphonique (non abonnés, liste rouge) et refus
<ul style="list-style-type: none"> - "les aspirations des habitants en matière de transports pour les élus" 	<p>limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aucune information disponible
Objectifs nationaux	
<ul style="list-style-type: none"> - "la comparaison entre elles des agglomérations : qu'est-ce qui ressort des "tendances lourdes", et qu'est-ce qui est la conséquence des politiques locales de transport?" - "l'évolution dans le temps d'une agglomération ... : les enquêtes ménages sont également tout à fait fondamentales pour juger de l'impact d'une infrastructure lourde de transport (rocade, métro, tramway, ...)" 	<p>avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> - possibilité d'une analyse spatialisées grâce à : - effectif important - données spatialisées - aire d'enquête correspondant au bassin d'emploi <p>limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> - moindre quantité d'information (repérage des "petits déplacements") ? - base de sondage téléphonique (non abonnés, liste rouge) et refus - rupture dans la méthodologie existante
<ul style="list-style-type: none"> - l'analyse des déterminants de la mobilité urbaine 	<p>avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> - effectif important - données spatialisées - aire d'enquête correspondant au bassin d'emploi permettant des segmentations fines, notamment sur le plan spatial et l'analyse de l'étalement urbain <p>limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> - moindre quantité d'information (repérage des "petits déplacements") ? - base de sondage téléphonique (non abonnés, liste rouge) et refus - rupture dans la méthodologie existante - recueil socio-économique plus réduit

L'enquête canadienne permet donc de répondre à la plupart des objectifs mentionnés dans le guide méthodologique pour la réalisation d'une enquête ménages (CETE, CETUR, 1989). Elle permettrait même d'y répondre de façon plus adéquate grâce aux données plus précises sur la localisation des déplacements et à un effectif plus important. L'usage du conditionnel reste cependant nécessaire tant que des investigations complémentaires n'auront pas été menées pour comparer la précision des deux méthodes d'enquêtes dans le recueil des déplacements de la veille.

Liste des annexes

Annexe 1 : Contenu de la proposition de recherche approuvée par le PREDIT : Réflexions sur les enquêtes ménages : Propositions d'améliorations

Annexe 2 : Guide d'entretien bases de données

Annexe 3 : Questionnaire standard Enquête ménages du CETUR

Annexe 4 : Questionnaire enquête origine destination pour les lignes de surface de la SLTC (Société Lyonnaise de Transport en Commun)

Annexe 5 : Questionnaire de l'enquête régionale origine destination de Montréal

Annexe 6 : Historique des enquêtes transport dans la grande aire métropolitaine de Toronto

Annexe 7 : Précisions au seuil de confiance de 95% pour l'évaluation de ...

Annexe 8 : Présentation sommaire des enquêtes ménages téléphoniques de Grenoble et du Havre

Annexe 1

Contenu de la proposition de recherche approuvée par le PREDIT :

REFLEXIONS SUR LES ENQUETES MENAGES : Propositions d'améliorations

Dans le cadre de recherches menées au LET, nous avons eu l'occasion à plusieurs reprises de buter sur le manque de données sur une partie des déplacements urbains ou sur l'imprécision des données relativement à nos objectifs. Ce constat rejoint pleinement les conclusions du Comité "Organisation des transports et systèmes de mobilité" qui stipule *"Les limites des bases de données, modèle et méthodes aujourd'hui disponibles et maîtrisés en France devraient ainsi apparaître, ce qui orienterait un vigoureux effort de recherche méthodologique sur la modélisation et sur son corollaire, le recueil de données"* (1). Parallèlement, les enquêtes ménages, réalisées dans de nombreuses agglomérations françaises, constituent, malgré certaines limites, un matériau de base très riche et largement sous utilisé. Ce constat nous a amené à recenser et à analyser les différentes bases de données, et tout particulièrement l'enquête ménage, de l'agglomération lyonnaise d'une part, et d'autre part, en regard des principaux objectifs de gestion et de prévision des déplacements urbains, à identifier certaines lacunes et à envisager des pistes d'amélioration. Nous privilégions ici deux directions :

- améliorer le repérage spatial des déplacements par l'étude de la transférabilité du système MADITUC (repérage et analyse totalement désagrégée des déplacements urbains, développée au Canada),
- développer la connaissance des déplacements automobiles, notamment dans les centres urbains.

L'objet de cette proposition est d'étudier la faisabilité de ces recueils de données. Il nous semble important d'engager cette réflexion dès maintenant, alors que la ligne D du métro de Lyon vient modifier de manière importante le paysage des transports à Lyon, et qu'un nouveau recueil des déplacements s'imposera prochainement pour remplacer celui de 1986 devenu partiellement caduc. Ces recueils permettraient d'affiner la connaissance des déplacements tant sur le plan spatial (meilleure connaissance des localisations et identification des itinéraires) que de leur représentativité. Précisons tout de suite que notre ambition se limite à une réflexion d'ordre méthodologique sur les enquête ménage et qu'elle ne vise pas à la réalisation de telles enquêtes. Les organismes compétents en la matière pourraient par contre, bien évidemment, bénéficier de ces résultats.

Plusieurs objectifs ou domaines d'applications peuvent être avancés :

- l'analyse de stratégies de régulation des déplacements. L'identification des conducteurs concernés et des caractéristiques (notamment spatiales) de leur déplacement permettraient d'affiner ces politiques et d'évaluer leurs impacts sur la demande et sur les comportements de déplacement. C'est notamment le cas de l'analyse de scénarios de péage urbain, ou de restriction d'usage de la voiture dans certaines zones de l'agglomération,
- améliorer au sein des modèles, les modules d'affectation et de répartition modale des déplacements, voire concevoir de nouvelles chaînes de modèle totalement désagrégé (2),
- améliorer la gestion et l'efficacité des transports collectifs urbains (2),
- mener des analyses sectorielles ou sur des segments de population.

1 - Les bases de données déplacements de l'agglomération lyonnaise

L'agglomération lyonnaise dispose de plusieurs recueils de données (3) renouvelés périodiquement :

(1) Appel d'idée PREDIT Thème V, page 2.

(2) Ces deux objectifs correspondent aux deux principaux développements du système MADITUC conçu au CANADA. Les champs d'applications de MADITUC au Canada sont actuellement :

- planification des réseaux de transport en commun (modèle de coûts, optimisation des garages, évaluation de fonctions de coûts généralisés et modèles d'affectation des déplacements),
- analyse des comportements (répartition modale, études de segments de clientèle),
- étude du système de transport (évaluation des contributions financières des collectivités, mesures d'impact d'infrastructure ou d'option d'aménagement urbain),
- prévision de la demande.

- enquête ménage,
 - enquête cordon,
 - comptages routiers,
 - enquêtes sur l'utilisation des transports en commun (enquêtes O - D ou montée-descente).

Si ces sources de données permettent de répondre à certains objectifs d'études, elles ne fournissent qu'une image incomplète des déplacements (3) :

- la connaissance des déplacements automobiles est très partielle. L'enquête ménage exclue les non-résidents de la COURLY, une partie des déplacements professionnels (notamment de ceux dont le métier consiste à se déplacer : représentants, chauffeur de taxi, ...), les transports de marchandises et de livraisons (réalisés pour partie en véhicules légers). L'enquête Cordon permet d'introduire le trafic de transit ou d'échange, mais il reste une part importante de trafic non repérée. Le CETE l'évalue à 10 à 15 % de l'ensemble des déplacements. Cette estimation est déduite des données de comptage. Mais ces derniers ne fournissent aucune information sur les caractéristiques des déplacements et des individus qui les réalisent ;
- les données sont très faiblement spatialisées. Les itinéraires sont inconnus pour la voiture et partiellement saisis pour les transports en commun. Lorsqu'elles sont connues, les O-D sont identifiées à l'aide de zonages, pas toujours compatibles entre eux. Les localisations sont donc ramenées aux centroïdes de zone, ce qui entraîne de fortes incertitudes dans l'estimation de l'accessibilité aux transports collectifs ou des choix d'itinéraires pour la voiture ou les transports en commun. Ces incertitudes se retrouvent dans le module d'affectation des modèles de prévision (les canadiens ont ainsi montré que les modèles traditionnels ne reproduisent que très mal les itinéraires réellement empruntés par les personnes enquêtées, alors qu'à l'aide du système MADITUC, c'est une part importante de ceux-ci qui est correctement reproduit). Elles limitent également les possibilités d'analyse de la répartition modale fondée sur une évaluation précise des coûts généralisés (même si ce facteur n'est pas le seul déterminant du choix modal) ;
- l'échantillonnage de l'enquête ménage est souvent trop faible pour des études sectorielles.

Ce sont, selon nous, les principales limites de ces bases de données, qui limitent leurs possibilités d'utilisation pour répondre aux objectifs que nous avons cités plus haut. A la lumière d'expérience étrangère et de nos réflexions, il nous semble possible, si ce n'est de les dépasser, tout au moins de les réduire.

2 - Propositions d'amélioration des bases de données

Nous voyons deux directions majeures d'amélioration :

- améliorer le repérage spatial des déplacements par l'étude de la transférabilité du système MADITUC,
- développer la connaissance des déplacements automobiles.

a) Le système MADITUC (4)

MADITUC (Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires de Transport Urbain Collectif) est un système développé au Canada par l'équipe du Professeur CHAPLEAU de l'Ecole Polytechnique de Montréal. Ses potentialités sont beaucoup plus grandes que ne le laisse entendre la définition du sigle. Ce système s'appuie sur un recueil d'information intitulé "enquête régionale origine destination" proche des enquêtes ménage françaises à quelques exceptions notables près :

- les localisations sont saisies très finement permettant d'identifier le côté d'îlot,
- les itinéraires TC sont repérés très précisément,
- les enquêtes sont effectuées par téléphone,
- la saisie (et donc le codage) de l'enquête se fait directement lors de la passation du questionnaire permettant un apurement immédiat et donc une bonne qualité des données,

(3) Cette présentation est nécessairement simplifiée et incomplète compte tenu de l'espace disponible. On pourra trouver des compléments dans l'étude réalisée par la SOfRETU à la demande du SYTRAL.

(4) Cf. notes de lecture sur le système MADITUC (P. BONNEL, LET) et compte rendu de mission au CANADA pour le compte de l'ENTPE (P. BONNEL, LET).

- le taux de sondage est beaucoup plus élevé (5 %) garantissant des effectifs plus importants,
- l'aire d'étude englobe le bassin d'emploi qui est beaucoup plus large que la communauté urbaine,
- par contre le questionnaire est beaucoup plus sommaire en ce qui concerne les renseignements socio-économiques et ne comporte pas de questions d'opinion.

Malgré ces améliorations, les coûts de l'enquête restent semble-t-il, très faibles : 5 à 6 millions de Francs pour l'enquête de 1987 à Montréal (55 000 ménages, 375 000 déplacements). Ce recueil est complété par un géocodage du réseau de transport collectif et du système viaire. Si l'on ajoute que Statistique Canada (organisme équivalent à l'INSEE) utilise le même référent spatial, on comprend mieux ce que l'approche désagrégée signifie ici.

Les développements au Canada ont surtout porté sur les transports collectifs (conception d'un module d'affectation totalement désagrégé, optimisations du réseau, études de segments de population, ...).

L'équipe canadienne souhaite investir à l'avenir sur l'étude de la répartition modale. Mais il semble bien que les potentialités du système sont plus larges et qu'il pourrait facilement être étendu à la voiture particulière d'une part et aux études prospectives d'autre part qu'elles soient sectorielles ou globales.

b) Améliorer la connaissance des déplacements automobiles

Nous avons constaté précédemment que les recueils existants laissent échapper une part importante de l'information :

- 10 à 15% des déplacements à l'échelle de l'agglomération (et probablement plus sur certains secteurs) ne sont pas repérés par les enquêtes ménage et cordon,
- les comptages sont plus proches de l'exhaustivité. En revanche, ils ne livrent aucune information sur les déplacements et les individus les réalisant.

Plusieurs pistes peuvent être envisagées pour tenter de surmonter, ou tout au moins réduire, cet obstacle :

- appréhender les itinéraires lors des enquêtes ménage et cordon. On pourrait ainsi, par comparaison avec les données de comptage, mieux déterminer les déplacements échappant à ces deux enquêtes,
- effectuer une enquête auprès des conducteurs sur le terrain pour saisir les caractéristiques des déplacements (O-D, itinéraire, horaire, motif, ...) et des individus. Les modalités d'une telle enquête doivent toutefois être approfondies en raison des difficultés techniques de réalisation,
- enquêter les segments de population (ou de déplacements) échappant aux enquêtes ménage et cordon. Cela suppose d'arriver au préalable à identifier ces segments et à définir ensuite les modalités d'enquête.

3 - CONTENU DE LA PROPOSITION

Le contenu de notre proposition découle de ce qui précède. Elle se décompose en trois étapes :

- analyse approfondie des bases de données existantes et de leurs limites,
- évaluation de la transférabilité du système MADITUC,
- étude de la faisabilité du recueil complémentaire sur les déplacements automobiles.

a) Analyse des bases de données

Dans un premier temps, nous approfondirons la méthodologie de production des données. Cette investigation sera centrée sur l'agglomération lyonnaise, sans exclure toutefois des analyses auprès d'autres agglomérations françaises ou étrangères. Cela permettra d'identifier les limites inhérentes aux méthodologies de production des données utilisées sur Lyon. Mais il nous semble

également nécessaire de mieux identifier les besoins en données sur les déplacements et corrélativement les faiblesses des productions actuelles.

b) Transférabilité du système MADITUC

Les premiers contacts que nous avons eus avec l'équipe du professeur CHAPLEAU, nous ont permis d'identifier les grandes lignes du système MADITUC et des développements possibles. Cette analyse doit toutefois être approfondie. A ce propos, l'équipe canadienne est vivement intéressée par une collaboration avec une équipe française.

A l'issue de cette phase préliminaire, les objectifs du système MADITUC pourront être adaptés aux besoins français. La transférabilité sera ensuite étudiée tant sur le plan des méthodologies mises en oeuvre que sur les aspects techniques (technique d'enquête, système informatique, référent spatial adapté et compatible avec les autres sources de données, et notamment de l'INSEE),

c) Faisabilité d'un recueil de données complémentaires sur les déplacements automobiles

Notre objectif est ici d'étudier les différentes possibilités pour enrichir la production de données sur les déplacements automobiles. Cette investigation commencera par un examen des méthodologies mises en oeuvre dans d'autres agglomérations françaises ou étrangères. Celles-ci seront évaluées sur le plan de leur adéquation aux objectifs préalablement définis et sur celui de leur opérationnalité dans le contexte local.

Cette recherche doit déboucher sur une ou plusieurs propositions de méthodologie d'enquête. Quelques tests de faisabilité pourront compléter cette investigation.

Annexe 2

Guide d'entretien bases de données

- 1) Identification du domaine de compétence du service interviewé.
- 2) Identification des différentes bases de données produites (éventuellement en collaboration avec d'autres)
 - a) organismes financeurs (et donc demandeurs)
 - b) objectifs de la production de données
 - c) méthodologie de production des données :
 - type d'enquête (questionnaire/entretien ; administré/auto-administré ; à domicile/in situ/par téléphone/voie postale, ...),
 - contenu du questionnaire ou guide d'entretien,
 - méthode d'échantillonnage (type de représentativité recherché, mode de tirage de l'échantillon, critère d'échantillonnage ou de contrôle de la représentativité,
 - périodicité de la production des données,
 - fiabilité des données.
 - d) Contenu des données produites
 - e) type de données produites :
 - liste d'indicateurs disponibles,
 - publications produites.
 - f) identification des utilisations de la base de données
- 3) Apport/limite de la production de données par rapport aux utilisations actuelles de la base et aux utilisations à venir; par rapport à nos objectifs. Identification des domaines d'améliorations possibles.

ENQUÊTE MÉNAGES

QUESTIONNAIRE STANDARD CETUR

FICHE MÉNAGE

Nombre de fiches jaunes

IDENTIFIANTS ET REPORTS

Adresse de l'interview

N° _____ Rue _____

Commune _____

Enquête réalisée le

Ma Mer J V S

Date Mois

Heure

Composition du ménage
(par ordre d'âge décroissant)

	Prénom	Age
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____
7	_____	_____
8	_____	_____
9	_____	_____
10	_____	_____

Code carte

Numéro d'échantillon

Zone de résidence

Jour de déplacement des enquêtés

Nombre de déplacements "tous modes"

Nombre de déplacements "marche à pied" ..

Nombre de déplacements "2 roues"

Nombre de déplacements "V.P."

Nombre de déplacements "réseaux urbains" ..

Nombre de déplacements "autres modes" ...

Statut de la personne de référence (P 2)

P.C.S. de la personne de référence (P 5)

Nom du contrôleur : _____

Enquête contrôlée : - par téléphone
- au domicile

Numéro

et

Nom de l'enquêteur _____

COMPOSITION DU MÉNAGE

M.1 Combien de personnes vivent actuellement dans votre logement ?

- De sexe masculin.....

- De sexe féminin.....

M.2 Parmi ces personnes, combien sont âgées de cinq ans et plus ?

- De sexe masculin.....

- De sexe féminin.....

MOTORISATION DU MÉNAGE

M.3 Combien de bicyclettes sont utilisées fréquemment ?
(au moins 2 fois par semaine)

M.4 Combien de deux-roues à moteur sont utilisés fréquemment ?
(au moins 2 fois par semaine)

- Inférieur à 50 cm³.....

- Égal ou supérieur à 50 cm³.....

M.5 Combien de voitures particulières ou de type break ou de type "van"
appartiennent au ménage ?

M.6 Puissance fiscale (dans l'ordre 1^{er}, 2^e, 3^e voiture).....

M.7 Année de 1^{re} mise en circulation (idem M.6).....

M.8 Lieu de stationnement (habituel) la nuit (idem M.6)

Sur voirie et espaces publics

Hors voirie et espaces publics

1 - Non payant le jour

4 - Parking public gratuit

8 - Autre

2 - Payant le jour

5 - Parking public payant

9 - Ne sait pas

3 - Interdit

6 - Aire ou garage privé
hors du domicile

7 - Aire ou garage au domicile

A NE POSER QU'A LA PERSONNE DE RÉFÉRENCE

M.9 Depuis combien d'années habitez-vous ce quartier ?

M.10 Depuis combien d'années habitez-vous l'agglomération ?

M.11 Profession de votre père : _____

M.12 Profession de votre mère ? _____

M.13 Avez-vous le téléphone ?

1 - Oui 2 - Non

Les informations recueillies dans cette demande revêtent un caractère non obligatoire. Elles ne feront l'objet d'aucune communication extérieure. Elles pourront donner lieu à exercice de droit d'accès, rectifications dans les conditions prévues par la loi 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et libertés auprès de

TOUS STATUTS (1 à 9)

P.3 Age de la personne

P.4 Position dans le ménage

- 1 - Personne de référence 2 - Conjoint 3 - Enfant 4 - Autre

P.5 Quelle est ou quelle a été votre profession ?

(noter en clair avec le plus de précision possible)

P.6 Possédez-vous le permis de conduire voiture? 1 - OUI 2 - NON

P.7 Dernier établissement scolaire fréquenté à temps complet

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 - Primaire | 5 - supérieure BAC + 2 années |
| 2 - Secondaire jusqu'en 3 ^e | 6 - Supérieur BAC + 3 années et plus |
| 3 - Secondaire jusqu'au BAC ou BTS | 7 - Apprentissage |
| 4 - Secondaire, mais titulaire du BAC ou BTS | 8 - Pas d'étude |
| | 9 - En scolarité |

ACTIF, ÉTUDIANTS, SCOLAIRES

STATUTS 1 à 4

P.8 Travaillez-vous à votre domicile ? (ou dans votre immeuble)

- 1 - OUI 2 - NON

P.9 Adresse de votre lieu de travail ou d'enseignement (en clair, puis codifier)

P.10 Quel est votre moyen de transport utilisé le plus fréquemment pour aller travailler ou vous rendre à l'école, lycée...

(ne pas coder pour le travail à domicile)

- | | |
|--|--|
| 01 - Marche à pied (exclusivement) | 10 - Passager tramway |
| 02 - Bicyclette | 11 - Passager car (autre que bus urbain) |
| 03 - 2 roues à moteur (— de 50 cm ³) | 12 - Transport employeur (exclusivement) |
| 04 - 2 roues à moteur (+ de 50 cm ³) | 13 - Passager S.N.C.F. |
| 05 - Conducteur VP du ménage | 14 - Transports spéciaux scolaires (exclusivement) |
| 06 - Conducteur VP autre | 15 - Camionnette, camion |
| 07 - Passager VP | 16 - Taxi |
| 08 - Passager bus urbain | 17 - Autre |
| 09 - Passager métro | |

ACTIFS

STATUTS 1 et 2

P.11 Si conducteur VP (05 ou 06) type de stationnement sur le lieu de travail

Sur voirie et espaces publics

- 1 - Non payant
2 - Payant
3 - Interdit

Hors voirie et espaces publics

- 4 - Aire ou parking de l'entreprise 7 - Autre
5 - Parking public gratuit 8 - Ne sait pas
2 - Parking public payant

P.12 Si le stationnement est **payé**, est-ce ?

1 - Payé ou remboursé
par l'entreprise
(totalité ou partiel)

2 - Payé par
l'utilisateur seul

3 - Autre

Uniquement pour :

- les **actifs il y a 2 ans**, habitant **déjà l'agglomération** et ayant changé ces **2 dernières années** de moyen de transport habituel pour se rendre au travail :

P.13 Mode(s) habituel(s) utilisé(s) auparavant :

HABITUDES

TOUS STATUTS (1 à 9)

LES DEUX ROUES

P.14 En semaine et hors cyclotourisme, avec quelle fréquence utilisez-vous un deux-roues pour vous déplacer dans l'agglomération ?

ATTENTION : 1 TRAJET = 1 ALLER OU 1 RETOUR

- 1 - 4 trajets ou plus tous les jours ou presque
- 2 - 2 ou 3 trajets tous les jours ou presque
- 3 - 2 trajets par semaine au minimum
- 4 - 2 trajets par mois au minimum
- 5 - exceptionnellement
- 6 - jamais

P.15 Quel est le type de ce 2 roues :

- 1 - Bicyclette
- 2 - 2 roues à moteur - 50 cm³
- 3 - 2 roues à moteur égal ou supérieur à 50 cm³

LA VOITURE

P.16 En semaine, avec quelle fréquence utilisez-vous un véhicule particulier (uniquement en tant que **conducteur**) pour vous déplacer dans l'agglomération ?

P.17 ... et en tant que **passager** ?

LES TRANSPORTS EN COMMUN

P.18 En semaine, avec quelle fréquence utilisez-vous les réseaux urbains pour vous déplacer dans l'agglomération ?

P.19 ... et il y a 2 ans

P.20 Au cours des **3 derniers mois**, avez-vous utilisé les réseaux urbains ?

1 - Oui 2 - Non

P.21 ... et au cours des **30 derniers jours** ?

1 - Oui 2 - Non

NOUS ALLONS MAINTENANT PARLER DE LA JOURNÉE D'HIER

(d'hier 4 h 00 du matin à ce jour 4 h 00 du matin)

TOUS STATUTS (1 à 9)

P.22 Quelle situation correspond le mieux à votre cas personnel au cours de la journée d'hier ?

- 1 - Absent (*hors du périmètre d'étude*)
- 2 - Empêché de se déplacer
- 3 - S'est déplacé



IDENTIFIANTS POK

Cote carte N° d'échantillon Zone du résident N° de personne

3									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 1 - DT indirect
- 2 - TD indirect
- 3 - DE indirect
- 4 - ED indirect
- 5 - Autres
- 6 - DT direct
- 7 - TD direct
- 8 - DE direct
- 9 - ED direct

- MOTIFS (D3 et D5)**
- 01 - Domicile
 - 02 - Travail habituel
 - 03 - Travail non habituel
 - 04 - Ecole primaire, maternelle
 - 05 - C.E.S.
 - 06 - Lycée
 - 07 - Université
 - 08 - Grande surface
 - 09 - Autres commerces
 - 10 - Nourrice, crèche
 - 11 - Santé
 - 12 - Démarches
 - 13 - Activités sportives
 - 14 - Activités culturelles
 - 15 - Activités associatives
 - 16 - Promenade, "rêche virine"
 - 17 - Restauration en dehors du domicile
 - 18 - Visite à des parents ou amis
 - 19 - Accompagnement
 - 20 - Autres

- MODES DE TRANSPORT (D10)**
- 02 - Bicyclette
 - 03 - 2 roues à moteur (- de 50 cm³)
 - 04 - 2 roues à moteur (+ de 50 cm³)
 - 05 - Conducteur véhicule particulier du ménage
 - 06 - Conducteur véhicule particulier autre
 - 07 - Passager véhicule particulier
 - 08 - Passager bus urbain
 - 09 - Passager métro
 - 10 - Passager tramway
 - 11 - Passager car (autre que bus urbain)
 - 12 - Transport employeur (exclusivement)
 - 13 - Passager S.N.C.F.
 - 14 - Transports scolaires (exclusivement)
 - 15 - Camionnette, camion
 - 16 - Taxi
 - 17 - Autre

- TITRES DE TRANSPORT (D13)**
- 1 - Ticket à l'unité
 - 2 - Ticket en carnet
 - 3 - Abonnement scolaire
 - 4 - Carte à vue, autres abonnements
 - 5 - Gratuit
 - 6 - Autres

Numéro du déplacement	Type de trajet	Zone d'origine du déplacement	D3		D4	D5	D6		D7		D8	D9
			Origine	Motif			Heure de départ	Heure d'arrivée	Durée du déplacement	Déplacement		

SI NON	SI OUI	Nbre de lignes réseaux urbains utilisées	Titre de transport réseaux urbains	Nbre de réseaux urbains utilisés	Nbre d'occupants (y compris le conducteur)	Nbre de modes de transport utilisés (3 dans l'ordre)

ET PASSER AU DÉPLACEMENT SUIVANT

Cette fiche-déplacements contient 10 lignes de déplacements

Annexe 4

Questionnaire de l'enquête origine destination pour les lignes de surface de la SLTC (Société Lyonnaise de Transport en Commun)

Annexe 5

Questionnaire de l'enquête régionale origine destination de Montréal

Annexe 6

Historique des enquêtes transport dans la grande aire métropolitaine de Toronto

Année	Nom	Aire d'étude	échantillon	Remarques diverses
1964	MTARTS (enquête origine destination)	Semblable à l'aire du grand Toronto, incluant Barrie et Guelph, excluant des parties d'Hamilton-Wenworth	24 000 ménages soit un taux de sondage de 3.3% à 7.0% dans l'aire métropolitaine et de 7.0% dans certaines aires rurales	Interviews conduites par téléphone, poste et administré (36% par téléphone, 22% par la poste et 42% administré pour l'aire métropolitaine - 45% par téléphone et 55% administré ailleurs)
1974	Enquête sur les caractéristiques de transport d'Hamilton-Wenworth	Municipalités régionales de Comté d'Hamilton-Wenworth et de Burlington	échantillon de 1 634 ménages taux de réponse de 86%	Enquête par téléphone suivi d'un face à face
1975 1976	Enquête à domicile de Peel	Brampton-Mississauga	8% de tous les ménages	35 400 cartes postales distribuées, 8 000 retournées
1977	Enquête sur les transports de Halton	Municipalité régionale de Comté de Halton	10 000 ménages approchés, taux de réponse de 25%	Enquête par voie postale
1978	Enquête transport de Durham	Municipalité régionale de Comté de Durham	4 000 ménages (5.4% de tous les ménages)	Envoi à 7 400 ménages, interviewés par téléphone
1979	Enquête transport pour les ménages de l'aire métropolitaine	aire métropolitaine de Toronto et quelques zones suburbaines adjacentes	échantillon stratifié de 3 508 ménages, interviews conduits par téléphone (85%) et en face à face (15%)	
1979 1980	Enquête sur les transports des ménages de York	Municipalité régionale de Comté de York	3 800 interviews, soit 5% des ménages	Echantillon aléatoire des ménages sur l'ensemble des déplacements de la semaine et données démographiques
1980	Enquête sur les déplacements des actifs	Municipalité régionale de Comté de Peel	25 000 questionnaires complétés, soit 12% des actifs	questionnaires envoyés à 500 sociétés représentant 15% de tous les actifs
1980	Enquête sur les transports de Halton	Municipalité régionale de Comté de Halton	7 300 questionnaires distribués, 4 599 complétés	Enquête mailout avec suivi par cartes de rappel
1980	Enquête sur les transports des employés de l'aire métropolitaine	Décomposition de l'aire métropolitaine en 45 zones	Echantillon de buildings, échantillon de compagnies (29 000 questionnaires retournés de la part de 750 sociétés)	questionnaires auto-administrés renvoyés par des employeurs sélectionnés

1981	Enquête sur les déplacements des actifs d'Hamilton-Wenworth	Municipalité régionale du Comté d'Hamilton-Wenworth	échantillon stratifié (31 476 questionnaires distribués à 332 employeurs, 14 137 questionnaires retournés, représentant 7% des employés de la région)	Distribué par les employeurs retournés par la poste
1981 1982	Enquête sur l'emploi et les transports de York	Municipalité régionale du Comté de York	Echantillon stratifié de 14 000 personnes, soit 12% des employés	Employeurs sélectionnés, questionnaires auto-administrés au lieu de travail
1983 1984	Enquête transport de Durham	Municipalité régionale du Comté de Durham	Echantillon de 5% de l'ensemble des ménages	Enquête par téléphone

Autres enquêtes majeures en Amérique du Nord

Montréal	1970 1974 1978 1982	interviews par téléphone avec 4 à 5% des ménages à partir des listings téléphoniques	données d'origine destination codées manuellement pour 1400 zones	résultats validés en comparant les enquêtes estimées avec des comptes montée descente actuels observés	enquête conduite à domicile	prix minimum, approximativement de 10-12\$ par ménage en 1982
Vancouver	1985	interviews par téléphone avec 5% des ménages utilisant, la technologie de Montréal	données origine destination géocodées au côté d'ilot en utilisant un digitaliseur	enquête sous-traitée à un organisme spécialisé		prix relativement faible, approximativement 20\$ par ménage
Houston-Denver-Minnéapolis-St Paul et autres	1980	basées sur des petits échantillons (moins de 1%)	Contact initial par téléphone pour solliciter la participation	envoi d'un nombre approprié de questionnaires	données transport collectées par téléphone ou par courrier	prix maximum (75-125\$ par ménage)

Annexe 7

Précisions au seuil de confiance de 95% pour l'évaluation de

1) Proportions (répartition modale, coefficients de pointe, poids d'une zone, ...)

Incertitudes en fonction de la taille de l'échantillon et des proportions observées (en %)

Proportion mesurée	Nombre de mesures							
	10	50	100	250	1.000	2.000	5.000	10.000
10 %	186	83	59	37	19	13	8	6
20 %	124	55	39	25	12	9	6	4
30 %	95	42	30	19	9	7	4	3
40 %	76	34	24	15	8	5	3	2
50 %	62	28	20	12	6	4	3	2
60 %	51	23	16	10	5	4	2	2
70 %	41	18	13	8	4	3	2	1
80 %	31	14	10	6	3	2	1	1
90 %	21	9	7	4	2	1	1	1

2) Moyennes

Ordre de grandeur des incertitudes (en %) pour quelques exemples

Indicateurs	Nombre de mesures						
	50	100	150	250	500	1.000	1.500
taille des ménages	17	12	10	7	5	4	3
Nombre d'actifs/ménage	24	17	14	11	7	5	4
Nombre de VP/ménage	28	20	16	12	9	6	5
Mobilité par personne :							
tous modes, tous motifs	22	16	13	10	7	5	4
VP, tous motifs	47	33	27	21	15	11	9
VP, travail	80	57	46	36	25	18	15
TC, tous motifs	80	57	46	36	25	18	15
TC, travail	152	108	88	68	48	34	28

3) Flux origines destinations

Incertitudes en fonction du nombre de déplacements (en %)

précision	Nombre de déplacements						
	10	20	30	50	100	200	500
	63	45	37	28	20	14	9

Source : "Enquête ménages sur la région havraise - Expérimentation d'une enquête par téléphone", CETUR, DTT, Ville du Havre, CETE Normandie Centre, Octobre 1992, page 19.

Annexe 8

Présentation sommaire des enquêtes ménages téléphoniques de Grenoble et du Havre

1 Les enquêtes de Grenoble

A l'occasion de la réalisation de l'enquête ménages de Grenoble de 1985, le CETE de Lyon (CETUR, CETE de Lyon, 1985) a effectué en parallèle une enquête selon la méthodologie standard en face à face et une autre par téléphone. L'échantillon total de l'enquête face à face est de 4.093 personnes. Si on se limite aux personnes de plus de 16 ans, on conserve 3.375 personnes. L'enquête téléphonique a porté sur 671 personnes de plus de 16 ans. Seule une personne du ménage, sélectionnée selon la méthode de Kish (*"La méthode de Kish consiste à faire nommer et classer les éligibles selon un ordre prédéterminé strict (par exemple par sexe, puis par âge décroissant) et à tirer au hasard parmi eux"* (RIANDEY, 1993, p.9; BISHOP et alii, 1988)), était enquêtée. Cet échantillon a été partagé en deux sous populations pour tester deux techniques d'enquêtes par téléphone :

- méthode "directe" (371 personnes) : les enquêtés n'avaient pas été prévenus. Toute l'enquête était réalisée dans la foulée,
- la méthode "indirecte" (294 personnes) : les enquêtés répondaient à la première partie de l'enquête lors du premier appel, puis ils recevaient une lettre leur expliquant ce qu'étaient les déplacements, un exemple de questionnaire rempli, ainsi qu'une carte de l'agglomération. Ceci afin de les familiariser avec les renseignements à recueillir par l'enquêteur." (CETUR, CETE de Lyon, 1985) Un second appel permettait de compléter le reste du questionnaire.

Pour les deux enquêtes, les ménages ont été choisis par tirage aléatoire. Les deux enquêtes ont été réalisées sur la même aire d'étude, au cours de la même période d'enquête et avec le même organisme d'enquête, donc avec les mêmes consignes d'enquête. *"L'enquête a été réalisée par quatre enquêtrices, qui téléphonaient entre 11 heures et 14 heures et entre 17 heures et 20 heures, ceci afin de se donner le maximum de chances de trouver les gens au domicile (en particulier les actifs)."* Les enquêtrices avaient pour consigne de se limiter à 3 appels (à des jours et heures différents) lorsque le ménage était absent. Les enquêtes ont été réalisées dans un local adapté à cette occasion.

Le questionnaire de l'enquête téléphonique est une version abrégée de l'enquête face à face. Il comprend :

- une partie socio-économique sur le ménage (4 questions) et la personne interrogée (9 questions),
- une partie sur les habitudes de déplacements par mode (5 questions)
- le recueil des déplacements de la veille avec l'origine, la destination, l'heure de début et de fin, le motif à l'origine et à destination, le mode de transport,
- une partie opinion (4 questions).

2 Les enquêtes du Havre

A l'occasion de la réalisation de l'enquête ménages du Havre de 1992, le CETE de Normandie Centre (CETUR, DTT, Ville du Havre, CETE de Normandie Centre, 1992) a effectué en parallèle une enquête selon la méthodologie standard en face à face et une autre par téléphone. L'échantillon total de l'enquête face à face est de 1.356 ménages, soit 3.000 personnes. L'enquête téléphonique a porté sur 1.300 personnes de 11 ans et plus. Seule une personne (sélectionnée selon la méthode du reste) du ménage était enquêtée. Les deux échantillons ont été obtenus par tirage aléatoire sur chacune des 10 zones de l'agglomération.

Chaque ménage a reçu une lettre l'informant du déroulement de l'enquête préalablement à l'appel téléphonique. *"Une vingtaines d'enquêteurs ont été recrutés par voie d'annonce dans la presse et à l'université et ont subi une journée de formation avant de réaliser deux enquêtes à blanc, qui ont servi de test pour confirmer ou non leur embauche."*

Les enquêteurs ont réalisé les interviews en téléphonant de chez eux, en respectant les consignes suivantes :

- *prises de rendez-vous éventuelle le midi pour préparer le planning du soir,*
- *réalisation des interviews de préférence le soir (entre 18 et 20 heures),*
- *en cas de non réponse, contacter le ménage au moins 8 fois à des jours et heures différents avant de déclarer l'enquête infructueuse."*

Le questionnaire de l'enquête téléphonique est une version abrégée de l'enquête face à face. Il comprend :

- une partie socio-économique sur le ménage (4 questions) et la personne interrogée (8 questions),
- une partie sur les habitudes de déplacements par mode (8 questions)
- le recueil des déplacements de la veille avec l'origine, la destination, l'heure de début et de fin, le motif à l'origine et à destination, le mode de transport,
- une partie opinion (4 questions).

Bibliographie

ALLARD (B.), CHAPLEAU (R.), LEBEAU (L.)

"Embryon d'un système expert pour le transport collectif urbain", Ecole Polytechnique de Montréal, 21ème Congrès de l'AQTR, mars 1986, 25 pages.

ALLARD (B.), CHAPLEAU (R.)

"Méthodes interactives sur micro-ordinateur de codification et de validation d'une enquête origine destination", Ecole Polytechnique de Montréal, 23ème Congrès de l'AQTR, mars 1988, 24 pages.

ALLARD (B.), CHAPLEAU (R.)

"Infographie interactive pour l'analyse de la mobilité sur micro-ordinateur", Ecole Polytechnique de Montréal, 22ème Congrès de l'AQTR, mars 1987, 19 pages.

ALLARD (B.), BAASS (K. G.), CHAPLEAU (R.)

"Transportation network analysis with DBASE and AUTOCAD", Ecole Polytechnique de Montréal, Third International Conference on Computing in Civil Engineering, Vancouver, août 1988, 8 pages.

ALLARD (B.), AOR (S.), BLANC (P.), CHAPLEAU (R.), LAVIGUEUR (P.), SAIDI (S.), TROTTIER (I.)

"Mobilité des DINKs, des ménages monoparentaux et des ménages à faible revenu dans la grande région de Montréal", Ecole Polytechnique de Montréal, 24ème Congrès de l'AQTR, Jonquière, mars 1989, 13 pages.

ALLARD (B.), BLANC (P.), BUSSIERE (J.), CHAPLEAU (R.), EL HARRIF (F.), LAVIGUEUR (P.)

"Analyse des bassins d'attraction des CEGEPs et des institutions universitaires montréalaises", STCUM, Ecole Polytechnique de Montréal, 24ème Congrès de l'AQTR, Jonquière, mars 1989, 16 pages.

ALLARD (B.), BLANC (P.), CHAPLEAU (R.), HIROU (C.), NADEAU (N.), LAVIGUEUR (P.)

"Caractéristiques des usagers de l'automobile à destination du centre-ville de Montréal", Ecole Polytechnique de Montréal, 24ème Congrès de l'AQTR, Jonquière, mars 1989.

ALLARD (B.), BLANC (P.), CHAPLEAU (R.), LAVIGUEUR (P.), DESCHAINTE (J. P.)

"Application de l'analyse désagrégée spatialisée à l'étude de la demande de transport collectif des Pointeliens", Ecole Polytechnique de Montréal, STCUM, 24ème Congrès de l'AQTR, Jonquière, mars 1989, 15 pages.

ALLARD (B.), CHAPLEAU (R.)

"L'ère des systèmes d'information fondés sur une analyse désagrégée pour la prise de décision en transport urbain", Ecole Polytechnique de Montréal, communication au Congrès annuel de l'Association des transports du Canada, Québec, 13 au 17 septembre 1992, 20 pages.

BAASS (K. G.), CHAPLEAU (R.), LAVIGUEUR (P.)

"A posteriori impact analysis of a subway extension in Montreal", Ecole Polytechnique de Montréal, communication at the 1987 Annual Meeting Transportation Research Board, January 1987, Washington, 12 pages.

BERGERON (D.), CHAPLEAU (R.)

"Modèles simples de planification opérationnelle en transport collectif : allocation des garages et traitement de comptes", Ecole Polytechnique de Montréal, Routes et Transports, N°3, vol. XXI, Montréal, pages 12 à 19.

BERGERON (D.), CHAPLEAU (R.)

"Examen du logiciel QRS II pour son application au cas de Montréal", Ecole Polytechnique de Montréal, Communication au 27ème Congrès annuel de l'AQTR, Sherbrooke, 12 au 15 avril 1992, 23 pages.

BERGERON (D.), CHAPLEAU (R.)

modélisation simplifiée en développement : comparaison des cas de Montréal et d'Alger, Communication présentée au 28ème Congrès annuel de l'AQTR, Sainte Adèle, Québec, 4 au 7 avril 1993, 19 pages.

BISHOP (G. F.), OLDENDICK (R. W.), SORENSON (S. B.), TUCH FARBER (A.J.)

A comparison of the Kish and Last Birthday methods of respondent selection in telephone survey, Journal of Official Statistics, Vol 4 N°4, 1988, pages 307 à 318.

BLANC (P.), CHAPLEAU (R.)

"Expansion et agrégation des données d'enquête O-D", Ecole Polytechnique de Montréal, 23 Congrès de l'AQTR, Montréal, mars 1988, 21 pages.

BOAL (P.), STEEL (D.)

Accessibility by telephone in Australia - Implication for telephone Survey, Journal of Official Statistics, Vol 4 N°4, 1988, pages 285 à 297.

BOESWILVALD (A.)

Etude de la possibilité de transfert de modèles désagrégés de choix modal, Cambridge Systematic Europe, CETE de l'OUEST division Etudes Urbaines, 1985, 51 pages.

BONNAFOUS (A.), PATIER-MARQUE (D.), PLASSARD (F.)

Mobilité et vie quotidienne : suivi du métro, Presses Universitaires de Lyon, 1981.

BONNAFOUS (A.)

Structures démographiques et comportements sociaux. Rapport introductif au symposium de la CEMT 1992 sur la croissance des transports en question, 1992, pp. 5-22.

BONNEL (P.)

Analyse de l'opérationalité d'une méthode de simulation des changements de comportements, Rapport final pour le compte du SERT, LET, Lyon, 1989, 150 pages + annexes.

BONNEL (P.), THIBAUD, (S.)

"Méthodologie des études de suivi d'une ligne de TCSP ; rapport de synthèse, rapport pour le compte du SYTRAL, décembre 1991, 27 pages + annexes.

BONNEL (P.)

"Notes de lecture : "MADITUC - extraits des publications scientifiques 1982 - 1992", ENTPE, Laboratoire d'Economie des Transports, octobre 1992, 25 pages.

BRADLEY (M.)

Realism and adaptation in designing hypothetical travel choice concepts, Hague Consulting Group, Journal of Transport Economics and Policy, Janvier 1988, pages 121 à 137.

CETE de Lyon

"Enquête ménages de Lyon 1976 : document technique", septembre 1977, 49 pages.

CETE de Lyon

"Enquête Ménages Lyon 1985 - Agglomération Lyonnaise 1985 -1986 : document technique", septembre 1986, 157 pages.

CETE, CETUR

"Dossier méthodologique pour la réalisation d'une enquête ménages", juin 1989, 53 pages + annexes.

CETE de Lyon, CETUR

"Les enquêtes ménages. Note 1 : bilan des enquêtes ménages réalisées depuis 1976", 1983, 146 pages.

CETE de Lyon, CETUR

"Grenoble 1985 - Une expérience d'enquête par téléphone", décembre 1986, 81 pages + annexes.

CETE de Lyon, DDE du Rhône

"Enquête cordon de Lyon. Les problèmes quotidiens de circulation : transit et échange avec l'extérieur de l'agglomération", décembre 1992, 33 pages.

CETE Normandie, CETUR, DTT, Ville du Havre

"Enquête ménage sur la région havraise - Expérimentation d'une enquête par téléphone", octobre 1992, 45 pages.

CHAGNON (G.), NOEL (M.)

"Les effets financiers des déplacements inter-réseaux - méthodologies d'évaluation", Direction Générale du Transport, Ministère des Transports du Québec, Février 1990.

CHAPLEAU (R.), De CEA (J.)

"La perception de l'offre par les usagers du transport en commun sous la perspective d'un modèle d'affectation", Ecole Polytechnique de Montréal, Université de Montréal - Centre de Recherche sur les Transports, Publication n°293, Décembre 1982, 21p.

CHAPLEAU (R.), DE CEA (J.)

"La perception de l'offre par les usagers du transport en commun, sous la perspective d'un modèle d'affectation", Ecole Polytechnique de Montréal, communication présentée à la Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports, Hambourg, 26 au 29 avril 1983, 18 pages.

CHAPLEAU (R.)

"Transit network analysis and evaluation with a totally desegregate approach", Ecole Polytechnique de Montréal, publication du Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal, avril 1986, 21 pages.

CHAPLEAU (R.), GIRARD (D.)

"Effects of population aging and urban dispersion on the use of urban transport in the future", Ecole Polytechnique de Montréal, Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal; rapport publié par le Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal, Avril 1986, 20 pages.

CHAPLEAU (R.), LAVIGUEUR (P.)

"Transport en commun et tendances socio-démographiques : situation québécoise", Ecole Polytechnique de Montréal, Routes et Transports N°3, vol. XXI, Montréal, pages 6 à 11.

CHAPLEAU (R.)

"L'insertion technologique dans la planification des transports urbains : le syndrome impérial", Ecole Polytechnique de Montréal, 22ème congrès annuel de l'AQTR, Hull, Mars 1987, 11 pages.

CHAPLEAU (R.), LAVIGUEUR (P.)

"Utilisation de MADITUC pour l'appréciation des impacts d'un prolongement de métro", Ecole Polytechnique de Montréal, 22ème Congrès de l'AQTR, Hull, mars 1987, 23 pages.

CHAPLEAU (R.), NOEL (M.)

"Modification d'un réseau de transport collectif et répartition modale", Service des Systèmes d'information, Ministère des Transports du Québec, Ecole Polytechnique de Montréal, 22ème Congrès annuel de l'AQTR, Hull, Mars 1987, 21 pages.

CHAPLEAU (R.)

"An integrated Desegregate Approach for the Modelling of Public Transport System", Ecole Polytechnique de Montréal, communication présentée au "Third Canadian Seminar On Systems Theory For the Civil Engineer", June 9, 1987, Montréal, 18 pages.

CHAPLEAU (R.)

"Mesure de la redistribution des bénéfices et des coûts associés à un réseau de transport en commun", Ecole Polytechnique de Montréal, 23ème Congrès de l'AQTR, Montréal, Mars 1988, 18 pages.

CHAPLEAU (R.), COTE (J.)

"Evolution de la mobilité des personnes de l'agglomération urbaine de Québec", Ecole Polytechnique de Montréal, 24ème Congrès de l'AQTR, Jonquière, mars 1989, 25 pages.

CHAPLEAU (R.), LAVIGUEUR (P.)

"Instruments de publication et d'analyse de données d'enquêtes origine destination", Ecole Polytechnique de Montréal, 24ème Congrès annuel de l'AQTR, Jonquière, mars 1989, 25 pages.

CHAPLEAU (R.)

"La planification et l'analyse des systèmes de transport urbain : un bilan des méthodes et modèles disponibles avec l'approche désagrégée", Ecole Polytechnique de Montréal, communication au 25ème Congrès annuel de l'AQTR, Montréal, 8 au 11 avril 1990, publiée dans les Cahiers Scientifiques de la Revue Transport, Lyon, N°24/1991 pages 27 à 51.

CHAPLEAU (R.)

"Profil socio-économico-démographique du métro de Montréal : anatomie de la ville dans le voisinage du métro", Ecole Polytechnique de Montréal, 27ème Congrès annuel de l'AQTR, Sherbrooke, 12 au 15 avril 1992, 22 pages.

CHAPLEAU (R.)

"Constitution d'un système informationnel de référence pour fins d'analyse et de planification des transports urbains : cas de Marrakech", Ecole Polytechnique de Montréal, 27ème Congrès annuel de l'AQTR, Sherbrooke, 12 au 15 avril 1992.

CHAPLEAU (R.)

"La modélisation de la demande de transport urbain avec une approche totalement désagrégée", Ecole Polytechnique de Montréal, communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports, Lyon, juillet 1992, 12 pages.

CHAPLEAU (R.)

Éléments analytiques de la démarche "totalement désagrégée" : MAD(strat)², Ecole Polytechnique de Montréal, 1992

CHAPLEAU (R.)

Une carte d'utilisation du sol dérivée d'une enquête origine-destination, Communication présentée au 28ème Congrès annuel de l'AQTR, Sainte Adèle, Québec, 4 au 7 avril 1993, 19 pages.

CHATEAU (F.), TABARD (N.)

"L'opinion et les transports urbains. Evaluation méthodologique d'une enquête ménages (Lyon 1986)", rapport pour le compte du CETUR, octobre 1987, 120 pages + annexes.

CLAYTON (R. L.), WERKING (G. S.)

Amélioration de la qualité des données à l'aide d'un modèle de collecte mixte, in "Techniques d'enquête", Statistiques Canada, Volume 17, N°1, juin 1991, pages 3 à 16.

COLLINS (M.), SYKES (W. M.)

Comparaison de l'interview téléphonique et de l'interview sur place au Royaume Uni, Techniques d'enquête Statistiques Canada, Vol 13 N° 1, juin 1987, pages 19 à 33.

COURLY

"La maîtrise des flux de trafic dans l'agglomération lyonnaise : le projet PASCAL", document provisoire, décembre 1992. 85 pages.

CYNA (M.), FERRY (B.), UHRY (J.-P.)

Utilisation d'un modèle désagrégé à Grenoble, Communication à la Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports, pages 174 à 188 in WCTR, "Research for Transport Policies in a changing World", Hambourg, 26 au 29 avril 1983, WCTR, 1983 Tome I

Data Management Group, University of Toronto, Joint program in transportation, avec la participation de Ministry of Transport Ontario, Regional Municipality of : Metropolitan Toronto, Durham, York, Peel, Halton, Hamilton-Wentworth; Go Transit; Toronto Transit commission.

"1991 TRANSPORT TOMORROW SURVEY : Design and conduct of the survey"

Préparé pour the Toronto Area Transportation Planning Data Collection Steering Committee; Août 1992.

DAYAN (J.-P.)

Les systèmes CATI, synthèse pour le compte rendu de la Journée d'études sur les enquêtes téléphoniques (système CATI), ASU-INED du 12 octobre 1993, Paris, 11 pages.

DDE du Rhône, SYTRAL

"Cahiers et Fiches de l'enquête ménages déplacements de Lyon, publiés depuis novembre 1986.

DIJKSTRA (W.), SMIT (J. H.)

Persuasion strategies for reducing refusal rates in telephone survey, Bulletin de Méthodologie Sociologique, N° 33, Décembre 1991, pages 3 à 19.

DREW (J. D.), CHOUDHRY (G. H.), HUNTER (L. A.)

Non response Issues in Government Telephone Surveys in "Telephone Survey Methodology", John Wiley&Sons, New-York, 1988, pages 233 à 246.

DREW (J. D.)

Recherche et essais pour les méthodes d'enquêtes par téléphone à Statistiques Canada, in "Techniques d'enquête", Statistiques Canada, Volume 17, N°1, juin 1991, pages 63 à 75.

DUPUY (G.)

Une technique de planification au service de l'automobile : les modèles de trafic urbain, Document de travail, Action Concertée de Recherche Urbaines, Paris, Copédith, 1975, 203 pages.

ELIAV (T.), NATHAN (G.)

Comparison of measurement errors for telephone interviewing and home visits by misclassification models, Journal of Official Statistics, Vol 4 N°4, 1988, pages 363 à 374.

GODARD (X.), BIEBER (A.), BOURGIN (C.), ORFEUIL (J.-P.), TARRIUS (A.)

Recherche sur la mobilité des personnes en zone urbaine, exploitation de l'enquête de Dijon, Tome I rapport introductif, IRT, Rapport de recherche N°38, Arcueil, 1979, 48 pages + annexes.

GODARD (X.), AVEROUS 5B.), CURRAT (C.), MATALON (B.), ORFEUIL (J.-P.)

Recherche sur la mobilité des personnes en zone urbaine, exploitation de l'enquête de Dijon, Tome IV analyse de la mobilité comme traduction des pratiques d'activités, IRT, Rapport de recherche N°38, Arcueil, 1980, 81 pages + annexes.

GODARD (X.)

Bilan de la modélisation de la demande - Confrontations prévisions / résultats dans les transports urbains et interurbains, CEMT, Table ronde N°58, Paris 25 et 26 juin 1981, CEMT, OCDE, Paris, 1982, 181 pages.

GRADIAN

"Analyse du trafic du réseau TCL", pour le compte de la SLTC, février 1991, 8 pages + annexes.

GROVES (R. M.), BIEMER (P. P.), LYBERG (L. E.), MASSEY (J. T.), NICHOLS II (W. L.), WAKSBERG (J.)

Telephone Survey Methodology, John Wiley&Sons, New-York, 1988, 581 pages.

HIVERT (L.)

Modélisation de la demande de transport : présentation critique de l'outil désagrégé, Mémoire pour le Diplôme d'Etudes Approfondies de Recherche Opérationnelle "Modèles et Algorithmes de la décision", Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 1983, 124 pages.

HIVERT (L.), ORFEUIL (J.-P.), TROULAY (P.)

Modèles désagrégés de choix modal : réflexions méthodologiques autour d'une prévision de trafic, Rapport INRETS N°67, Arcueil, 1988, 65 pages + annexes.

JONES (P. M.), BRADLEY (M. A.), AMPT (E.)

Forecasting household responses to policy measures using a computerised activity-based stated preference technique, Fifth International Conference on Travel Behaviour, Aix-en-Provence, 20 au 23 octobre 1987, 21 pages

KULKA (R. A.), WEEKS (M. F.)

Toward the development of optimal calling protocols for telephone surveys : a conditional probabilities approach, Journal of Official Statistics, Vol 4 N°4, 1988, pages 319 à 332.

de La GODELINAIS (M. C.), MERCIER (M. A.)

L'équipement des ménages en 1990, INSEE Première, N°225, 1992.

de LEEUW (E.), Van der ZOUWEN (J.)

Data quality and mode of data collection : methodology and explanatory model, in "La qualité de l'information dans les enquêtes" Dunod, Paris, 1992, pages 11 à 31.

de LEEUW (E.)

Data Quality in Mail, Telephone and Face to Face surveys, TT Publikaties Amsterdam, Vrije Universiteit, 1992, 168 pages.

LE FOLL (Y.), MENEAU (J.-C.), MOLINA (J.-M.)

Etude de la mobilité des habitants de la proche banlieue parisienne : synthèse des trois premiers rapports, RATP, Paris, 1981, 10 pages.

LE NIR (M.), ROUTHIER (J. L.), TABOURIN (E.)

"Massification des flux et migrations alternantes : application au bassin d'emploi de l'agglomération lyonnaise", dans les Actes de la Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports, WCTR, "Politiques de transport", Volume 3, Lyon, 29 juin au 3 juillet 1992, 846 pages.

LE VAILLANT (M.)

Comparaison des modes téléphonique et en face à face dans une enquête portant sur la perception sociale du SIDA, papier présenté à la "Journée d'études sur les enquêtes téléphoniques (système CATI)" ASU-INED du 12 octobre 1993, Paris, 4 pages.

MACKINDER (I. H.), EVANS (S. E.)

The predictive accuracy of British transport studies in urban areas, Crowthorne : Transport and Road Research Laboratory, 1981.

OFFNER (J. M.)

"Aspects méthodologiques des études de suivi. Applications aux métros lyonnais et lillois", rapport de recherche N° 77, INRETS, juin 1985, 112 pages.

RAUX (C.)

Modèles et prévision des comportements de mobilité quotidienne, Thèse pour le Doctorat de Docteur-Ingénieur en Economie des Transports, Université Lyon II - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, 1983, 256 p.

RIANDEY (B.)

Compte rendu de la Journée d'études sur les enquêtes téléphoniques (système CATI), ASU-INED du 12 octobre 1993, Paris, 13 pages + annexes.

RUJOPAKARN (W.)

Comportements de déplacements dans la ville et organisation des sorties du domicile, Thèse pour le doctorat de docteur-ingénieur en Economie des Transports, Université Lyon 2, ENTPE, 1986, Lyon, 196 pages.

RUKHOLM (T.), Dr MEKKY (A.)

"THE TRANSPORT TOMORROW SURVEY 1986 : Design and conduct of the survey", Etude préparée pour The Toronto Area Transportation planning Data Collection Steering Committee, par the Tranplan Associates et les membres of the Transportation Tomorrow Survey Work Group, Décembre 1987.

SOFRETU

"Méthode de recueil, de traitement et de restitution des données pour les études de transport dans l'agglomération lyonnaise", rapport pour le compte du SYTRAL, janvier 1989, 134 pages.

STCUM

"Mobilité des personnes dans la région de Montréal, enquête origine destination régionale 1987"
STCUM, Direction exécutive de la Planification et de l'action commerciale, avril 1989, 145 pages.

TASSI (P.)

La qualité dans les enquêtes téléphoniques, l'échantillon des répondants, dans "la qualité de l'information dans les enquêtes", Dunod, Paris, 1992, pages 33 à 54.

WAGNER (J. P.)

"Le recueil des données relatives aux déplacements urbains - Comparaison de deux outils d'enquête : le téléphone et le face à face", travail de fin d'études, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, juin 1993, 60 pages + annexes.

Carnet d'adresses

Personnes rencontrées au cours de la mission au Québec

Professeur Robert CHAPLEAU, Directeur du Laboratoire de Planification des Transports,
Bruno ALLARD, assistant
Pierre LAVIGUEUR, assistant
Daniel BERGERON, assistant
Ecole Polytechnique de Montréal
 Laboratoire de Planification des Transports
 2900 bd Edouard Monpetit, Case Postale 6079, Succursale A, Montréal (Québec) H3C 3A7
 Tel (514) 340 48 09; Fax (514) 340 57 63

Jean Pierre PRIMEAU, Chef du Service des données et des modèles des systèmes de transport
Martin NOEL, Chef de division Service des données et des modèles des systèmes de transport
Ministère des Transports
 35 rue de Port Royal Est
 Montréal (Québec) H3L 3T1
 Tel (514) 864 17 50; Fax (514) 873 73 89

STCUM (Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal)
Jocelyn GRONDINES, Chef de la Division Etudes et Recherches
Claude BOUCHER,
 159 rue Saint-Antoine Ouest, Montréal (Québec) H2Z 1H3
 Tel (514) 280 5011, Fax (514) 280 5020

Organismes et personnes rencontrées à Lyon

CETE de Lyon :

Jean-Marie GUIDEZ, responsable des Enquêtes Ménages au CETE de Lyon

COURLY :

Agence d'Urbanisme : Sylvia ROSALES, chargé d'études

Système Urbain de Référence : Pierre PIJOURLET, responsable du projet

Mission Déplacements Urbains : Michel FRENOIS, responsable de la mission

SEMALY :

Jean-Maxime RISACHER, chargé d'études

Muriel CHAPUIT, responsable des bases de données informatiques socio-économiques

SLTC :

DELAFAYOLLE, responsable marketing

Table des Matières

Résumé	1
Sommaire	1
Avant propos	3
Introduction générale	5
1ère partie	7
Chapitre I Les bases de données déplacements dans l'agglomération lyonnaise	7
1 - Enquêtes ménages	8
1 - 1 Objectifs de la production des données	8
1 - 2 Méthode	9
1 - 2.1 Echantillonnage	9
1 - 2.2 Questionnaires	10
1 - 2.3 Découpage géographique	10
1 - 3 Type de données produites et disponibilité des données	11
1 - 4 Enquêtes ménages à Lyon : exemple de l'enquête de 1985	11
1 - 5 Apports/limites	12
1 - 5.1 Une enquête sous-estimant les déplacements	13
1 - 5.2 Echantillonnage	13
1 - 5.3 Des localisations trop grossières	13
1 - 5.4 Un découpage parfois contraignant	14
1 - 5.5 Problèmes liés au périmètre d'enquête	14
1 - 5.6 Questionnaire d'opinion	14
1 - 6 Conclusion : une base de données trop riche et sous-utilisée ?	14
2 - Enquête Cordon	15
2 - 1 Objectifs de la production de données	15
2 - 2 Méthode	15
2 - 3 Type et disponibilité des données produites	17
2 - 4 Apports/limites	17
2 - 4.1 Découpage	17
2 - 4.2 Itinéraire	17
2 - 4.3 Non simultanété avec l'enquête ménages	17
3 - Comptages routiers	17
3 - 1 Objectifs de la production de données	17
3 - 2 Méthode	18
3 - 2.1 Comptage de la CDES	18
3 - 2.2 Comptage de la ville de Lyon et de la COURLY	18
3 - 3 Type des données produites et disponibilité de données	19
3 - 4 Apports/limites	20
4 - Bases de données suivies par la SLTC	20
4 - 1 Enquêtes origine destination	20
4 - 1.1 Objectifs de la production de données	20
4 - 1.2 Méthode	21
4 - 1.3. Type des données produites	21
4 - 1.4 Apports/Limites	22
4 - 2 Autres données de la SLTC	22
4 - 2.1 Oblitérations et ventes de titres	22
4 - 2.2 Enquêtes ponctuelles	23
4 - 2.3 Image du réseau	23
5 - Les recensements de l'INSEE	23
6 - Conclusion	24

2ème partie	25
Chapitre II Le système MADITUC	27
1 - Le cadre général des transports à Montréal	27
1 - 1 La Grande Région de Montréal	27
1 - 2 Mobilité des personnes dans la région de Montréal	28
1 - 3 Les responsables des transports dans la Grande Région de Montréal	29
1 - 3.1 Cadre institutionnel	29
1 - 3.2 Cadre financier	30
2 - Présentation générale de MADITUC	30
2 - 1 L'approche MADITUC	30
2 - 1.1 Un système d'information complexe plus qu'un simple modèle	30
2 - 1.2 Vers une approche totalement désagrégée	31
2 - 1.2.1 La démarche classique	31
2 - 1.2.2 L'approche canadienne	33
2 - 2 Principaux modules de MADITUC : philosophie générale et outils informatiques	34
2 - 2.1 Module de traitement de la demande	34
2 - 2.1.1 Le repérage de flux personnalisés	34
2 - 2.1.2 Une demande basée sur le concept d'itinéraire	34
2 - 2.1.3 Gestion informatique des données	35
2 - 2.2 Module interactif-graphique	36
2 - 2.2.1 Module territorial	36
2 - 2.2.2 Module de reconstitution du réseau	38
2 - 2.3 Modules de mesure d'accessibilité et d'affectation	38
2 - 3 Partenaires de MADITUC	39
2 - 3.1 Partenaires montréalais	39
2 - 3.1.1 Société des Transports de la Communauté Urbaine de Montréal (STCUM)	39
2 - 3.1.2 Ministère des Transports de Québec	40
2 - 3.1.3 Société des Transports en commun de Laval	40
2 - 3.1.4 Communauté Urbaine de Montréal	40
2 - 3.1.5 Ville de Montréal	40
2 - 3.2 Autres partenaires canadiens	40
2 - 3.2.1 Commission de Transports en commun de la Communauté Urbaine de Québec	40
2 - 3.2.2 Toronto Transit Commission	40
2 - 3.2.3 Winnipeg Transit Department	40
2 - 3.3 Partenaires étrangers	41
3 - Conclusion	41
Chapitre III La constitution des bases de données utilisées	43
1 - Enquêtes de Montréal	44
1 - 1 Enquête régionale origine destination	44
1 - 1.1 Présentation générale	44
1 - 1.2 Méthodologie d'enquête	45
1 - 1.3 Coûts d'enquête	50
1 - 2 Autres enquêtes déplacements	51
1 - 2.1 Enquête Montée - Descente	51
1 - 2.2 Enquête de satisfaction STCUM	51
1 - 2.3 Comptages routiers	51
2 - Enquêtes régionales origine destination de Toronto	52
2 - 1 Enquête de 1986	52
2 - 1.1 Introduction	52
2 - 1.2 Description de l'enquête	52
2 - 1.3 Le coût de l'enquête	53
2 - 1.4 Questionnaire proposé	53
2 - 1.5 Codage des réponses	54

2 - 1.6 Taux d'échantillonnage	55
2 - 2 Enquête de 1991	55
2 - 2.1 Généralités	55
2 - 2.2 Planification et élaboration de l'enquête	55
2 - 2.3 Interviews	56
2 - 2.4 Codage	56
2 - 2.5 Coût d'enquête	57
2 - 2.6 Conclusions et recommandations	57
2 - 2.7 Renseignements complémentaires	58
3 - Autres bases de données	59
3 - 1 Bases de données territoriales	59
3 - 1.1 Dictionnaire des municipalités	59
3 - 1.2 Dictionnaires des codes postaux de Postes Canada	59
3 - 1.3 Découpages	60
3 - 2 Bases de données réseaux	60
3 - 2.1 "Area Master file"	60
3 - 2.2 Réseaux de transports collectifs	60
3 - 2.3 SIGGAR (arrêts de bus)	60
3 - 3 Recensement	60
3 - 4 Autres bases de données	60
3 - 4.1 Dictionnaires des noms et numéros de rues	60
3 - 4.2 Dictionnaires des intersections	61
3 - 4.3 Dictionnaire des générateurs ou "monuments"	61
3 - 4.4 Fichiers téléphoniques de Bell Canada	61
4 - Conclusions	61
Chapitre IV Applications et développements envisagés	63
1 - Applications	63
1 - 1 Champs d'applications	63
1 - 1.1 Planification des réseaux de transport en commun	63
1 - 1.2 Analyse des comportements de déplacements urbains	63
1 - 1.3 Etude agrégée du système de transport	64
1 - 1.4 Prévision à moyen terme de la demande de transport	64
1 - 2 Calibrage des fonctions d'impédance	64
1 - 3 Effets financiers des déplacements inter-réseaux	67
1 - 4 Analyse de corridors ferroviaires	68
1 - 4.1 Méthodologie de prévision	68
1 - 4.2 Apport du système MADITUC et de l'enquête O-D	70
1 - 5 Projet SIGGAR de localisation des arrêts	70
2 - Développements de MADITUC	71
2 - 1 MADITUC automobile	71
2 - 2 MAD(strat) ² , MADITUC marchandises	72
2 - 3 Cartographie de l'espace	73
2 - 4 Prévision de la demande de transport	73
Conclusion	74
3ème partie	75
Chapitre V Evaluation de l'enquête origine destination	75
Pour une enquête ménages par téléphone ?	
1 - Objectifs des deux enquêtes	77
1 - 1 Enquête régionale origine destination	77
1 - 2 Enquêtes ménages	78
2 - Une contrainte : un questionnaire léger	79
2 - 1 Durée de l'interview	79
2 - 2 Qualité des réponses : complexité, compréhension, cohérence	79
2 - 3 Contenu	81

3 - Echantillonnage	82
3 - 1 Base de sondage et individu statistique	82
3 - 1.1 Du déplacement comme individu statistique au ménage comme base de sondage	82
3 - 1.2 Le choix de la base de sondage ménage	82
3 - 1.3 Les fichiers téléphoniques et le problème des listes rouges	83
3 - 1.4 Téléphone et difficultés d'interroger les jeunes enfants	84
3 - 2 Une aire d'enquête élargie au bassin d'emploi	84
4 - A propos de la précision des enquêtes	84
4 - 1 Un nombre d'enquêtes élevé	85
4 - 2 Taux de réponse	85
4 - 3 Choix du répondant	86
4 - 4 Repérage des "petits" déplacements	88
5 - Quelques spécificité de l'enquête canadienne	90
5 - 1 Repérage spatial des déplacements	90
5 - 2 Codage et saisie directe	91
Conclusions	93
1 - Le meilleur repérage spatial, un plus à transformer	93
2 - Enquête téléphonique ou face à face ?	94
2 - 1 Coût - effectif	94
2 - 2 Un questionnaire léger	94
2 - 3 Echantillonnage	94
2 - 4 Précision et qualité	95
3 - Synthèse	96
Annexe	99
1 Contenu de la proposition de recherche approuvée par le PREDIT : Réflexions sur les enquêtes ménages : Propositions d'améliorations	100
2 Guide d'entretien bases de données	104
3 Questionnaire standard Enquête ménages du CETUR	105
4 Questionnaire enquête origine destination pour les lignes de surface de la SLTC (Société Lyonnaise de Transport en Commun)	113
5 Questionnaire de l'enquête régionale origine destination de Montréal	115
6 Historique des enquêtes transport dans la grande aire métropolitaine de Toronto	117
7 Précisions au seuil de confiance de 95% pour l'évaluation de ...	119
8 Présentation sommaire des enquêtes ménages téléphoniques de Grenoble et du Havre	120
Bibliographie	122
Camet d'adresses	129
Table des Matières	130