Cet ouvrage vous est proposé avec l'aimable autorisation des éditeurs scientifiques, du Centre Jacques Cartier maîtres des droits, Programme Rhône-Alpes Recherches en sciences humaines. La présente version en PDF est sous le copyright du Centre Jacques Cartier, PRARSH (http://cjc.univ-lyon2.fr/) – 1997. Ce document est protégé en vertu de la loi du droit d'auteur.

With the editors and the publisher of the copyright agreement. The present version in PDF is under the copyright of Centre Jacques Cartier, Programme Rhône-Alpes Recherches en sciences humaines (http://cjc.univ-lyon2.fr/).

Ce document devrait être référencé de la manière suivante :

Bonnel Patrick, Chapleau Robert, Lee-Gosselin Martin, Raux Charles (Eds). Les enquêtes de déplacements urbains: mesurer le présent, simuler le futur = Urban travel survey methods: measuring the present, simulating the future. Actes du colloque dans le cadre des Huitièmes entretiens du Centre Jacques Cartier Rhône-Alpes, les 6, 7 et 8 décembre 1995, Lyon (France). Lyon : PRARSH. 1997. 513 p.

42

Les chemins de la Recherche

Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur

Urban travel survey methods: measuring the present, simulating the future

sous la direction de

Patrick Bonnel
Robert Chapleau
Martin Lee-Gosselin
Charles Raux

directeur de la publication :
Alain Bideau

Programme Rhône-Alpes
Recherches en Sciences Humaines

Déjà parus aux éditions du Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes sous la direction d'Alain BIDEAU :

1. A. BIDEAU, P. JUDET "*Mutations Technologiques, Emploi, Formation. Les recherches en Rhône-Alpes, bilan et perspectives*", 1987

2. A. BIDEAU, R. BOUCHE "*Informatique et Sciences Humaines. Pratiques et perspectives. Bilan des équipes de recherche en Rhône-Alpes*", 1987

3. A. BIDEAU, M. BONNEVILLE, A. FERRAND, A. HAUMONT "*Dynamique des villes et Sociétés Urbaines. Les recherches en Rhône-Alpes. Orientations, fonctionnement et perspectives*", 1988

4. A. BIDEAU, "*Sciences de l'Homme en Rhône-Alpes*", rapport rédigé à partir des recherches financées par le Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes de 1985 à 1987, 1990

5. O. FAURE, D. DESSERTINE "*Populations hospitalisées dans la région lyonnaise aux XIX° et XX° siècles*", 1991

6. A. BIDEAU, J. LEGARE, S. POULARD, E. HEYER, A. GUILLEMETTE, G. BRUNET, "*SYGAP : Système de Gestion et d'Analyse de Population*", 1991

7. L. REBOUD, "*L'intégration de Rhône-Alpes dans l'espace européen du XXI° siècle*", 1991

8. J. BIANCHI, Ph. MALLEIN, Cl. BELISLE, E. BRENAC, R. JOURDAN, M.F. KOULOUMDJIAN, A. MAYERE, I. PAILLIART, J.F. TETU, A. TIBERGHIEN "*Les nouvelles pratiques de communication*", 1992

9. M. BONNEVILLE, M.A. BUISSON, N. COMMERÇON, N. ROUSIER, "*Villes européennes et Internationalisation*", 1992

10. Ch. RAUX, M. LEE-GOSSELIN "*La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*", 1992

11. J.H. JACOT, J.M. ALBERTINI "*Nouvelles technologies. Nouvelles connaissances*", 1992

12. A. BIDEAU, "*Sciences de l'Homme en Rhône-Alpes. Tome 2 : 1988-1991*", rapport rédigé à partir des recherches financées par le Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes, 1992

13. Y. BUSSIERE, A. BONNAFOUS, "*Transport et étalement urbain : les enjeux*", 1993

14. F. ROBERT, "*Les archives d'entreprises en Rhône-Alpes aux XIXe, XXe siècles. Guide documentaire. Tome 1 : les services d'archives publics*", 1993

15. M. BONNEVILLE, "*L'avenir des villes*", 1993

16. Cl. BELISLE, "*Communication et Nouvelles Technologies*", 1993

17. Y. GRAFMEYER, "*Milieux et liens sociaux*", 1993

18. S. SCHWEITZER, "*Logiques d'entreprises et politiques sociales des XIXe et XXe siècles*", 1993

19. M. RAUTENBERG, "*Patrimoine et Culture Industrielle*", 1994

20. B. SCHIELE, M. AMYOT, C. BENOIT, "*Quand la science se fait culture*", 1994

LES ENQUETES DE DEPLACEMENTS URBAINS :
MESURER LE PRESENT, SIMULER LE FUTUR

URBAN TRAVEL SURVEY METHODS:
MEASURING THE PRESENT, SIMULATING THE FUTURE

édité sous la direction de :

Patrick BONNEL
Enseignant-Chercheur au Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
Robert CHAPLEAU
Professeur à l'Ecole Polytechnique de Montréal, Québec
Martin LEE-GOSSELIN
Professeur à l'Université Laval, Québec
Charles RAUX
Ingénieur de Recherche au CNRS, Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon

Ce livre rassemble les communications présentées lors du colloque «Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur» qui s'est tenu à Lyon, dans le cadre des Huitièmes Entretiens du Centre Jacques Cartier Rhône-Alpes, les 6, 7 et 8 décembre 1995. Ce colloque était placé sous la responsabilité scientifique de :

Patrick BONNEL, LET, ENTPE, Lyon
Yves BUSSIERE, Université du Québec, INRS-Urbanisation, Montréal
Robert CHAPLEAU, Ecole Polytechnique de Montréal
Martin LEE-GOSSELIN, Université Laval, Québec
Charles RAUX, LET, CNRS, Lyon

Ont également participé activement à la préparation de ce colloque et de cet ouvrage :

Odile ANDAN, Christophe BECKERICH, Sandrine DURAND, Benoît HIRON, Michel LE NIR, Sophie MASSON, Pierre-Yves PEGUY, Romain PETIOT, Pascal POCHET, Jean-Louis ROUTHIER, membres du Laboratoire d'Economie des Transports (Unité Mixte de Recherche associée au CNRS, à l'Université Lumière Lyon 2 et à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat), ainsi que **Bruno FAIVRE D'ARCIER,** de l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.

La mise en page et la présentation des textes ont été réalisées par Sophie GIRERD et Patrick BONNEL du Laboratoire d'Economie des Transports.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 5

CHAPITRE 1
STRATEGIE GLOBALE DE PRODUCTION DE DONNEES 13

CHAPITRE 2
QUALITE DES DONNEES ET METHODES D'ENQUETES 113

CHAPITRE 3 :
ETUDES DE CAS 215

CHAPITRE 4
LES METHODES INTERACTIVES DE REPONSES DECLAREES : UNE APPROCHE EXPERIMENTALE 285

CHAPITRE 5
EXPLORATION DES UNIVERS DE CHOIX ET DES PROCESSUS DE DECISION 361

CONCLUSION 457

RESUMES 469

TABLE DES MATIERES 511

INTRODUCTION

Patrick Bonnel
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS
Martin Lee Gosselin
Université Laval, Québec

La qualité des données produites dans les enquêtes sur les déplacements urbains a toujours été une préoccupation majeure des producteurs d'enquête. Cette question se pose avec encore plus d'acuité aujourd'hui, alors que la plupart des agglomérations sont confrontées à une triple crise : celle des finances publiques qui limitent fortement les possibilités d'investissements nouveaux pour répondre à la croissance de la demande par davantage d'infrastructures routières ou de transports collectifs ; celle de la congestion qui s'accompagne par un accroissement des heures perdues dans les embouteillages et par une perte d'efficacité des systèmes de transport ; enfin celle de l'environnement qui se traduit par des réflexions sur la place des différents modes de transport et notamment sur la réduction de la pollution automobile, dans le cadre d'un développement durable. Cette situation amène à s'interroger sur de nouveaux modes de gestion de la demande de transport.

Les pistes envisagées sont assez nombreuses. Elles traduisent le foisonnement de ces réflexions, mais également la difficulté à résoudre cette triple crise. Sans être exhaustif, on peut citer les stratégies suivantes : encouragement du co-voiturage, de l'utilisation des transports collectifs ou de l'usage des parcs relais en liaison avec des axes lourds de transports collectifs, tarification différenciée dans le temps et l'espace de l'usage des infrastructures de transport, modulation des horaires de travail ou développement du télétravail, introduction de nouveaux véhicules (petits véhicules ou véhicules électriques), des autoroutes intelligentes permettant d'optimiser l'usage des infrastructures...

Pour évaluer la pertinence de ces actions et analyser les réponses comportementales des usagers, deux pistes de recherche sont privilégiées. L'une vise à l'amélioration de l'efficacité des outils existants (enquêtes sur les comportements actuels et modèles associés) par une meilleure adéquation aux objectifs et par une évolution des techniques de production des données et de modélisation. En ce qui concerne les enquêtes, il s'agit notamment de produire des données plus précises et plus fiables pour être à même d'étudier les effets de différentes mesures temporellement et spatialement différenciées dans l'espace urbain. L'autre concerne l'enrichissement des outils d'enquête sur les comportements éventuels, communément référencées sous le terme générique de préférences ou de réponses déclarées, et notamment le développement des méthodes d'enquêtes interactives de simulation. Ces dernières méthodes se révèlent

particulièrement prometteuses pour explorer ou simuler des comportements dans un futur non-expérimenté, ce qui est le cas de nombre des mesures évoquées plus haut.

Le colloque international «Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur» qui s'est tenu à Lyon en décembre 1995 a porté sur l'analyse de ces deux axes de recherche. S'ils ont été réunis dans un même colloque, c'est que loin de s'opposer, les deux approches sont fréquemment utilisées de manière complémentaire. Ces actes reprennent les contributions présentées lors du colloque, après révision par leurs auteurs, et les synthèses des échanges qui ont eu lieu durant les trois jours de discussions.

Le plan adopté pour ces actes ne suit pas rigoureusement celui du colloque. Ces adaptations nous permettent d'insister sur certaines dimensions qui ont tenu une grande place dans les présentations et les discussions lors de ce colloque.

La nécessité d'adopter une stratégie globale dans la production des données (chapitre 1) est revenue comme un leitmotiv tout au long de ce colloque. Elle pose comme préalable à la conception de l'enquête, la définition précise de ses objectifs et de l'utilisation des données. L'expérience montre que cette «évidence» n'est pas toujours respectée, et qu'à l'inverse son respect n'est pas sans conséquence sur la méthodologie et le contenu de l'enquête.

La qualité des données produites a également fait l'objet de nombreuses discussions (chapitre 2). Elles nous conduisent à l'analyse des taux de réponse et des techniques permettant de réduire les biais liées aux non-réponses. Cet examen a été décliné pour différentes méthodes d'enquêtes, fournissant des éléments pour les comparer et définir leurs domaines de performance respectifs.

Le chapitre 3 nous permet de confronter l'état de l'art avec la réalisation d'enquêtes sur le terrain. Il nous donne l'occasion notamment d'illustrer l'apport des nouvelles technologies dans la gestion des enquêtes et l'amélioration de la qualité pour mieux répondre aux objectifs de planification actuels.

L'observation des préférences révélées apporte une connaissance sur les choix des individus, mais comme pour toute analyse des comportements passés se pose le problème de leur reproduction dans le futur. Pour faire face à ces problèmes, diverses techniques de réponses déclarées se sont développées. Plusieurs contributions (chapitre 4) se sont attachées à clarifier les fondements théoriques de ces méthodes et à en proposer une classification, privilégiant les approches récentes de simulation interactives.

Ces méthodes sont encore en plein développement. Les exemples présentés (chapitre 5) illustrent toutefois l'intérêt des techniques de simulation interactive pour aborder les questions complexes des univers de choix et des processus de décision des individus. Ils mettent en évidence certaines caractéristiques communes à ces enquêtes pour en améliorer l'opérationnalité.

1. CHAPITRE 1 : STRATEGIE GLOBALE DE PRODUCTION DES DONNEES

La conception d'une enquête ne peut se faire indépendamment d'une analyse des objectifs de la production et de l'utilisation de ces données. S'il s'agit d'une «évidence», l'expérience montre qu'il n'est peut être pas inutile de le rappeler. De plus, son application n'est pas sans conséquence sur la méthodologie et le contenu des enquêtes, ainsi que l'illustre Peter Stopher à partir de l'exemple de l'évolution des objectifs de planification. Il souligne également le développement des enquêtes de choix déclarés combiné au recueil de données sur les préférences révélées. Enfin, il plaide pour la mise en place d'une stratégie globale de production des données, associant parfois diverses méthodes, pour répondre aux nouvelles problématiques de planification.

Robert Chapleau décrit les changements des grandes enquêtes origine destination de Montréal de 1970 à 1993 à la lumière de l'évolution des besoins des commanditaires de l'enquête. Ces changements comprennent le développement d'applications afin d'intégrer, de manière cohérente, toutes les données nécessaires à l'édification d'un système de renseignements. Ce système a été conçu autour d'un SIG (système d'informations géographiques) qui sert notamment d'aide à la conduite de l'enquête. Ce développement a été rendu possible grâce à la géocodification des données et à l'approche totalement désagrégée des données.

Marie Odile Gascon indique ainsi que dans un contexte différent et avec des perspectives assez éloignées des canadiens, les choix méthodologiques réalisés en France pour les enquêtes déplacements auprès des ménages sont également très différents. L'objectif de comparabilité spatiale, entre les agglomérations, et temporelle, entre enquêtes successives, a notamment limité fortement les évolutions méthodologiques de l'enquête.

Yves Bussière, Ron G Rice et Ahmed Bencheikh reviennent sur cette notion de contexte à travers l'exemple de Marrakech. Ici, la plupart des données de base sur lesquelles s'appuie le concepteur de l'enquête sont absentes. Cette situation amène à développer des méthodes complémentaires de recueil telle que l'observation vidéo d'axes urbains de transport. La combinaison de méthodes permet ainsi d'améliorer le calibrage des modèles dans un contexte socioculturel spécifique.

Gerald Steuart indique qu'au delà de la prise en compte de l'utilisation des données dans la conception de l'enquête, il convient également d'organiser la diffusion de ces données. Il présente à ce sujet l'expérience de Toronto qui a conduit à confier à l'Université de Toronto la responsabilité des données.

2. CHAPITRE 2 : QUALITE DES DONNEES ET METHODES D'ENQUETES

Les non-réponses constituent sûrement une des principales sources de biais dans les enquêtes. Liz Ampt aborde les biais liés aux non-réponses sous plusieurs angles. L'analyse des résultats d'enquêtes selon le nombre de relances nécessaires pour obtenir une réponse, fourni à ce titre des résultats intéressants. Elle présente également les résultats d'une enquête auprès de non-répondants permettant d'identifier les causes de non-réponses et les biais qui peuvent y être liés.

Malgré toute l'attention qui peut être apportée aux conditions de déroulement de l'enquête, il n'est pas réaliste d'espérer un taux de réponse de 100%. Pour limiter les biais liés aux non-répondants, Jimmy Armoogum et Jean-Loup Madre et Gerd Sammer passe en revue les techniques de redressement des données. Ils discutent notamment l'enchaînement des différentes phases de redressement avec des points de vue contrastés sur une procédure de redressement séquentiel ou direct.

Si la non-réponse totale constitue la source principale de biais, on observe également des non-réponses partielles sur une partie des données d'enquête. Plutôt que de rejeter ces enquêtes, et ainsi réduire le taux de réponse, Jimmy Armoogum et Jean-Loup Madre propose différentes méthodes d'imputation.

Alain Junod présente les raisons qui ont conduit au passage du mode épistolaire au mode téléphonique pour l'enquête nationale suisse sur les déplacements. Parmi celles-ci le souhait d'un recueil plus précis des déplacements et notamment de toutes les étapes constituant le déplacement occupe une place importante.

Patrick Bonnel et Michel Le Nir comparent les modes téléphoniques et face à face de réalisation d'enquête. Ils passent en revue les différentes phases de l'enquête pour évaluer la qualité respective des deux méthodologies à partir d'une analyse bibliographique dans et hors du champ des enquêtes déplacements. Il en ressort des domaines de performance respectifs des méthodologies dont le choix résulte des objectifs assignés à la production des données.

3. CHAPITRE 3 : ETUDES DE CAS

Les enquêtes présentées dans ce chapitre, permettent de confronter l'état de l'art avec l'état de la pratique. Elles nous donnent l'occasion de revenir sur certaines dimensions évoquées précédemment pour en montrer l'intérêt ou la faisabilité. Plusieurs auteurs ont, dans le premier chapitre, insisté sur la nécessité d'adopter une stratégie globale de production des données. La réussite de cette stratégie (Philippe Dorland, Pierre Giard, Pierre Lavigueur et Mario Pimpare et de José Viegas et Faustino Gomes) conduit à de multiples utilisations des données dans l'activité des planificateurs et des opérateurs de transport. Les canadiens illustrent en particulier l'apport des données dans l'activité marketing de l'entreprise de transports collectifs urbains de Montréal.

Les contributions de Philippe Dorland et al. et José Viegas et al. présentent plus spécialement l'apport des nouvelles technologies dans l'amélioration de la qualité des données produites à partir des expériences canadiennes et portugaises. Ils l'illustrent à travers l'exemple de la géolocalisation et de l'utilisation des systèmes CATI (gestion d'enquête téléphonique assistée par ordinateur) qui accroît la précision des données recueillies. Les auteurs démontrent la faisabilité d'un tel recueil, mais plus encore montrent que ce gain de précision peut être utilisé dans l'activité d'un opérateur de transport.

La contribution de David Kriger pose le problème de la combinaison de différentes sources de données. Cette combinaison enrichit les données produites par chacune des enquêtes, mais pose toutefois des problèmes méthodologiques complexes sur la mesure ainsi effectuée. Il illustre cette problématique sur le cas du recensement canadien et des enquêtes origine-destination menées dans plusieurs agglomérations canadiennes.

4. CHAPITRE 4 : LES METHODES INTERACTIVES DE REPONSES DECLAREES : UNE APPROCHE EXPERIMENTALE ?

Ce chapitre offre trois points de vue complémentaires sur les bases théoriques des méthodes d'enquête sur les comportements hypothétiques dans les transports. Dans le chapitre 1, Peter Stopher a souligné l'importance d'une stratégie globale cohérente pour la collecte des données et il a traité la querstion de la combinaison des méthodes de Préférences Déclarées et de Préférences Révélées. Ici, nous considérons les limites des outils traditionnels d'enquête pour expliquer les réponses futures. Les communications de ce chapitre abordent l'hypothèse que des méthodes complémentaires s'imposent et que l'amélioration des méthodes de Préférences Déclarées, qui était auparavant synonymes d'enquêtes de prospective, ne suffit plus.

Dans ce contexte, Martin Lee-Gosselin se penche directement sur l'élargissement de la boîte d'outils interactifs pour réaliser les enquêtes sur les situations futures. Il offre un survol des courants méthodologiques des deux dernières décennies et de leurs applications. Grandement inspiré par la notion que l'expression d'une préférence n'équivaut pas à la liberté d'agir, il propose une taxinomie des approches selon le degré de prédétermination, par les enquêteurs, des réponses comportementales et/ou des contraintes qui influencent le choix. Ses quatre familles d'approches concernent différentes classes de données qui s'attachent à différents éléments du processus décisionnel. D'ailleurs, elles se réfèrent aux différences méthodologiques associées aux trois questions fondamentales : la distinction entre l'adaptation aux contraintes et la limite d'acceptabilité des réponses souhaitées ; la complexité des liens entre contraintes multiples ; et la longueur de l'horizon. Tout comme l'auteur de la contribution suivante, il propose un équilibre entre approches avec une plus grande variété de cadres expérimentaux.

John Polak provoque une profonde réflexion sur les risques attachés à l'exploitation des méthodes de Préférences Déclarées sans une appréciation de leurs limites. Il constate que les méthodes de Préférences Déclarées se limitent notamment aux questions «statiques», tel que les choix de réponses comportementales dans un seul contexte ou l'analyse des actes de choix comme fonction de différents contextes. Bien qu'il n'y ait pas de justification pour rejeter ces dernières approches pour répondre aux questions ponctuelles, il souligne leur faible contribution à une meilleure théorie des comportements de déplacements. Dans sa communication orale, sur une note pessimiste, il s'est demandé s'il est réaliste d'espérer que d'autres méthodes de Réponses Déclarées puissent aller plus loin. Il a répertorié une longue liste d'erreurs et de biais possibles même lorsque les méthodes de Préférences Déclarées sont implantées dans un cadre relativement simplifié. Cependant sa contribution trace les traditions «instrumentalistes» et «réalistes» des méthodologues pour arriver à une note plus optimiste : que les chercheurs des deux traditions peuvent et devraient collaborer sous un paradigme expérimental. Polak offre, avec quelques exemples, des pistes expérimentales pour rapprocher la recherche empirique et la recherche théorique, notamment en ce qui concerne la prise de décision face à l'incertitude et les comportements chaotiques dans le marché des transports.

Le fil d'expérimentation continue dans la contribution de Tommy Gärling, Robert Gillholm et Anita Gärling, qui ont comparé les attitudes exprimées par des enquêtés avant et après qu'ils aient été incités à réduire l'utilisation de leurs automobiles. Leurs expériences et leur réflexion méthodologique portent sur la potentialité de prédire les changements de comportements de déplacements sans recours aux méthodologies complexes, telles que certains types de simulation. Ils proposent une meilleure exploitation du fond théorique des attitudes et intentions, notamment la théorie du comportement planifié. La distinction entre comportement planifié, habituel et impulsif semble prometteuse pour concevoir les instruments avec une meilleure correspondance entre les intentions exprimées et les comportements éventuels, ou tout au moins proposer une meilleure explication d'un écart persistant entre les deux.

5. CHAPITRE 5 : EXPLORATION DES UNIVERS DE CHOIX ET DES PROCESSUS DE DECISION

Le colloque a reconnu un récent renouvellement d'intérêt dans les méthodes interactives de simulation pour enquêter sur des situations hypothétiques dans les transports. Il ne s'agit ni du seul ni du plus répandu des exemples de méthodes de Réponses Déclarées Interactives en développement et en application. Par exemple, on trouve de nombreuse variantes des designs «adaptifs» des instruments de Préférences Déclarées. Il s'agit plutôt d'une variété d'applications de méthodes interactives que l'on observe actuellement en Europe et en Amérique du nord.

Toutes les méthodes de simulation discutées dans ce chapitre impliquent la participation des enquêtés dans un jeu, parfois seul, parfois en présence d'autres membres de leur ménage. Utilisant comme point de départ le comportement révélé dans les déplacements récents, le jeu crée des situations expérimentales sous lesquelles les participants sont invités à identifier des changements éventuels dans leurs comportements et/ou dans les conditions qui leur sont associées.

Bruno Faivre d'Arcier dissèque avec soin la méthodologie utilisée pour étudier les réponses comportementales face à deux innovations l'une étant technologique, la voiture électrique à batterie et l'autre politique, le péage urbain. Ces deux innovations nous amènent immédiatement à un paramètre fondamental du design qui est l'horizon temporel de la décision quant à la façon de répondre. Les simulations de l'adaptation à une voiture électrique à batterie impliquent un choix stratégique (un achat) à la lumière d'une réflexion globale sur l'utilisation des automobiles d'un ménage, tandis que les simulations des réactions des usagers au péage urbain traitent de décisions qui peuvent varier quotidiennement. Pour des raisons connexes, le fond de comportement révélé doit être plus long pour la voiture électrique à batterie que pour le péage. Sa comparaison des deux applications éclaircit la conception des démarches expérimentales pour minimiser les biais et pour optimiser un des avantages de ce type de simulation, la validation des réponses déclarées à la lumière des circonstances concrètes des ménages et de leurs habitudes antérieures.

La contribution de Tom Turrentine et Ken Kurani porte aussi sur l'adoption et l'utilisation éventuelle des voitures électriques à batterie. Ils mettent l'emphase sur les méthodes interactives de simulation comme processus d'apprentissage et de réflexion. De plus, leur compréhension de ce processus inspire une méthode complémentaire auto-administrée où l'enquêté tout d'abord enregistre ses comportements actuels et ensuite observe sa propre adaptation à une situation imaginaire encadrée par un kit d'information. Ils font appel à une littérature plus vaste que les transports pour justifier les méthodes intentionnellement «réflexives». Ainsi, leurs méthodes interactives de simulation s'insèrent dans une stratégie d'enquête multi-étape qui dans son ensemble représente un nouveau chemin entre les méthodes qualitatives et quantitatives.

Dans les enquêtes classiques de préférences déclarées, l'univers de choix est précisé par l'enquêteur. Les deux dernieres contributions concernent l'univers de choix comme objet d'étude. Odile Andan et Charles Raux examinent leur expérience avec les simulations du péage urbain et de l'amélioration de l'offre des transports collectifs. Leurs simulations impliquent des scénarios successifs qui amènent à des changements de comportements en relation avec le niveau d'incitation visant à modifier les trajets motorisés. Les auteurs observent la flexibilité et l'instabilité de l'univers de choix perçu aux différentes étapes du jeu. Sur le plan méthodologique, leur résultats nous encouragent à recreuser la question du degré de «manoeuvrabilité perçue» dans les schémas d'activités et les circonstances associées à sa réévaluation.

Mais les résultats offrent directement aux décideurs des indications sur la manière dont les usagers modifieraient leurs comportements face à différentes politiques concurrentes ainsi qu'une meilleure appréciation des sources éventuelles d'échec.

Le péage et l'amélioration de l'offre de transports collectifs entraînent des changements avec une relative stabilité quotidienne, tandis que la disponibilité de stationnement, la congestion associée aux accidents ou aux travaux de la voirie modifient très rapidement le contexte des déplacements. Dans sa contribution, Peter Jones profite de ces très courts horizons temporels pour élaborer deux techniques interactives de simulation assistées par ordinateur. Par l'entremise de l'observation de la recherche d'informations pertinentes pour un seul déplacement, il est possible à la fois de borner l'univers de choix perçu sur une base individuelle et d'étudier les processus décisionnels. Peter Jones montre des résultats prometteurs dans le cas de la planification des déplacements avant le départ et des modifications lors du trajet. Ici encore on voit, dans un premier temps, de nouvelles pistes méthodologiques à suivre, telles qu'une meilleure détection des processus d'apprentissage face à l'incertitude quotidienne et, dans un deuxième temps, un guidage utile pour les décideurs, tel que l'efficience et la crédibilité des différentes sources d'information. A la fin, il revient au fil conducteur des chapitres 4 et 5 : notre compréhension des processus décisionnels serait améliorée par une approche expérimentale dans la conception et la sélection des contextes simulés.

CHAPITRE 1

STRATEGIE GLOBALE DE PRODUCTION DE DONNEES

A REVIEW OF SEPARATE AND JOINT STRATEGIES FOR THE USE OF DATA ON REVEALED AND STATED CHOICES

Peter R. Stopher
Louisiana State University, Bâton-Rouge

1. INTRODUCTION

This paper focuses on transportation planning and modeling data needs and on data needs for both the traditional revealed-choice data and for less-traditional stated-choice data. There are a number of cultural and contextual factors that result in marked differences in transportation data needs in various countries around the world. It is not the intent of this paper to deal with those differences, nor to attempt to be exhaustive in its coverage to a broad spectrum of different countries. However, reference is made, where possible to examples from different countries that may affect the main thrust of this paper.

The main survey mechanism that is used to collect data to support transportation planning and modeling is the household travel survey. There has been a considerable increase in interest in this specific survey mechanism in the U.S. and elsewhere in the past few years (TRB, 1996; Stopher, 1996; Axhausen, 1994; Porter et al, 1995) and it appears that the survey mechanism, itself, is undergoing many and rapid changes in form and purpose. A number of these changes are of direct relevance to the topic of this paper and are reviewed in the next section. Together with the resurgence of interest in household travel surveys that measure revealed choices, there is also substantial interest being shown to experiment with undertaking measurement of stated choices, using primarily «stated-preference» techniques. At the same time, the combining of these two survey mechanisms poses a number of problems and concerns that have not been seen as significant heretofore.

It is important to note that the household travel survey is clearly no longer a simple origin-destination survey, in which one is interested only in determining where a person started out, where they are going, and for what purpose they are traveling. In order to understand the reasons for travel behavior, a more complex set of questions need to be posed and the design of the survey must take into account these increasing needs. Knowing which members of the family travel together, what resources are used for the travel, whether other purposes are to be served together with the main purpose of the trip are all relevant issues for contemporary travel-behavior models, and will become increasingly so as activity modeling potentially moves to the forefront of approaches to model travel behavior.

2. RECENT DEVELOPMENTS IN HOUSEHOLD-TRAVEL SURVEYS

Over the almost half century of household-based travel surveys, this type of survey has undergone very substantial growth and change. Originally, the household travel survey was conducted almost exclusively by face-to-face interviews taking place in the home of the respondent household, using recall of the previous day's travel by household members, and often involving extensive proxy reporting by one family member for most of the rest of the household. Generally, the interview was conducted as a «cold-contact» process, because no prior contact had been made with the household to request their cooperation or arrange the time for the interview. Most recently, the household travel survey involves a cold-contact telephone call to recruit the household, followed by mailing some form of activity diary, that is usually a one-day diary, but may be a two-day diary, with a set day in the future on which the activities are to be recorded. In the U.S., this is followed frequently by retrieval of the data from the diary by a telephone interview, conducted using Computer-Aided Telephone Interviewing (CATI), involving real-time error checking and data entry. In countries such as Australia and England, retrieval is more often done by an in-person interviewer, or by mail-back of the survey instrument.

One of the elements that has been driving change in the travel survey is clearly the desire to improve its accuracy. From early on, it was recognized that the conventional home-interview survey, based on recall, provided a significant level of undercounting of certain trips, particularly those trips associated with minor errands and those representing short, non-home-based trips. The shift from recall reporting to use of a diary designed to be completed at a subsequent date is clearly one of the steps that was taken primarily in an attempt to address this problem of under-reporting of certain trip types. The hope was that, by reducing proxy reporting (each family member would have a diary in which to record the trips they made) and by shifting from recall to real-time recording of the person's travel, the number of these short trips reported would increase. There is at least some anecdotal information to suggest that this may have happened, but no clear analysis has actually established that a significant improvement in reporting non-home-based travel actually occurred through this mechanism.

A second driving force has been a concern with the confusion that travel surveys often engender in the mind of the prospective respondent. Although early diary surveys still relied on face-to-face contact, the diary itself required the respondent to complete it. This requirement initially was not recognized as a difficulty, and early designs still used a survey form that was little different from the type of form that had previously been used only by a trained interviewer. It is no surprise that these survey forms were found to perform relatively poorly, with two primary problems arising. First, response rates dropped, because many people were unable to understand how to fill out the survey, or were intimidated by the amount of information packed into a rather small space in the survey form. Second, those

responses that were obtained often showed considerable confusion about how to answer correctly, with the result that surveys had to be discarded, or major inferential work had to be done to correct the returned surveys.

A third driving force has been change in the nature of the models and other procedures to be developed from the data collected. Interestingly, much of the early work in household travel surveys tended to ignore the survey purist's notion that a survey should be designed carefully with the eventual uses of the data always in mind. Data might be collected either «because we have always collected this,» or because someone thought it would be interesting to find out this information, while yet having only the vaguest idea of how it might be used. More recently in the U.S., there has been significant attention given to the concept of measuring only what will be used in either descriptive or modeling work with the data. There are also some data items that are included for «political» reasons, relating to the need to be able to show the types of households that have been included in the sample. These may include data on housing type, owner/renter status, and other similar variables that have yet to appear in travel-demand models.

With an increasing amount of attention being paid to justifying each item of data to be included, and with a slow evolution of some parts of the travel-forecasting model system, changes have been made in the survey instruments to reflect these contextual changes. The general acceptance of disaggregate models for mode-choice modeling had a significant effect on the design of data-collection instruments during the 1980s, in particular, and is reflected in renewed attention to the sequence of use of different travel modes on a single trip, attention to auto occupancy, parking costs, and vehicle availability, and collection of data on the modes of access to and egress from public transportation. The widespread acceptance of disaggregate models also brought with it an interest in collecting data about subjective evaluations of travel options, in addition to the standard reporting of «objective» data. Thus, the 1970s and 1980s saw a significant interest in collecting data on attitudes, preferences, and opinions about transportation alternatives. However, so little of this information was found to be helpful in travel forecasting, and sufficient doubts raised as to its usefulness or reliability even for descriptive purposes, that the late 1980s showed a significant decline again in the collection of such data.

3. TOWARDS TOTAL DESIGN OF HOUSEHOLD TRAVEL SURVEYS

The primary focus of the rest of this paper is the notion of total design of a survey, by which is meant a deliberate, intentional process to design each element of the household travel survey so that the result is an integrated instrument that provides a valid measurement device. This is elucidated through considering first several aspects of the design of revealed-choice data instruments and then considering the additional requirements of adding stated-response techniques into the process.

Notwithstanding the decline in the collection of a variety of attitudinal data of varying rigor noted in the preceding section, the late 1980s and the 1990s have brought a resurgence of interest in collecting conjoint data, now commonly referred to as stated-preference data, as well as other data on responses to change, referred to, as noted by Lee-Gosselin (1996) as Interactive Stated-Response data. This evolutionary change has come about in several countries at the same time for sometimes identical reasons. In the U.S., it came about from two coincident issues. First, in the late 1980s, the U.S. became increasingly interested in the concept of high-speed rail systems. Because there was no existing intercity service similar to high-speed rail in current operation in the U.S., the idea of determining stated preferences for a service profile similar to that of high-speed rail seemed to be the best method to determine potential patronage. The general success of this approach gave rise to an initial credibility for stated-preference measurement as a means to deal with an alternative for which the marketplace had no current equivalent. With current urban policies focusing increasingly on new options for handling transportation problems, such as transportation demand-management (TDM) strategies, pricing strategies etc., interest in using stated-preference as a means to estimate how the traveling public will respond to such programs is increasing rapidly. In Australia, high-speed rail was again one of the driving forces that brought stated response techniques back into current focus, while issues of valuation of travel time and safety may have had more to do with the resurgence of interest in the U.K. (Bonsall et al., 1992).

An additional change that may prove significant is underway in a survey that will be conducted in the Dallas-Fort Worth Metroplex in 1996. This is the evolution from the activity diary to a modified time-use diary, and a greater emphasis than ever before on making the survey «user friendly» at the expense of the convenience of the analyst. In the modified time-use format, the diary treats everything that a person does as activities, including each stage in their travel. Certain rules are structured into the data retrieval that do not allow two travel activities to follow each other, but require that a non-travel activity, such as getting out of a vehicle, must intervene between successive travel-related activities. In designing the questions within the survey, the designers have repeatedly asked questions about how respondents might misunderstand the intent of the question, and questions have been repeatedly redesigned to try to remove all possible misunderstandings. Extensive lists of options have been developed to assist both interviewers and respondents. Question ordering has also been revised to help respondents to understand what is expected of them. On the other hand, written instruction in the survey instruments has been held to an absolute minimum, on the expectation that instructions will not be read, and the forms are designed to assist the logic flow for a person who does not and will not read the instructions.

3.1. Content and Respondent Burden

One of the possible reasons for declining response rates may be respondent burden. There can be little doubt also that respondent burden creates biases in the responses obtained, particularly where certain subgroups of the population find a survey more burdensome than others, and therefore are less likely to respond to it. Respondent burden, however, is not entirely a function of the physical length of the survey, but has much more to do with content and the difficulty of determining an answer to the question posed by the transportation planner. Before pursuing this issue further, it is appropriate to consider the related issue of content.

It has also already been noted that many surveys in the past have been designed with relatively little attention paid to the reasons for various questions being asked. The notion of repeating questions because they have always been asked before and the notion of ensuring comparability among a series of surveys continue to permeate the design of household travel surveys, often to the detriment of the surveys. Each question to be included in a household travel survey (or any other survey, for that matter) should be challenged with the question of the use that will be made of the resulting information. In some cases, one can argue for a question on the grounds that it might be of potential future use even when an immediate and current use is not expressed. However, much care should be exercised in asking such questions. The reason to exclude questions that have no apparent use is that they clutter the survey, adding to the time it takes to respond to the survey, increase the likelihood of nonresponses, and may also inadvertently contribute to the rejection of some responses as incomplete. The presence of such questions may also result in there being no room for other questions that have a very real potential use.

This is not to say that comparability is not a useful goal in survey design. However, comparabiliy should not become such an overriding goal as to prevent the evolution of a survey or to permit discarding a question that was poorly-designed in the past and for which there are clear ways to improve the design. In any case, comparability can be achieved without slavishly repeating the precise form of a question from prior surveys, if sufficient care is taken in the design of the new question.

The whole notion of honing and refining the survey instrument through carefully removing unproductive questions and focusing productive questions needs greater emphasis in the design of household travel surveys and may finally be beginning to receive this emphasis in at least some U.S. surveys. In the redesign of the Dallas-Fort Worth survey between the pilot tests and the final design, a good illustration of this is to be found. A battery of questions was originally included that was aimed at determining various pieces of information about a person's working hours. The questions are shown in Table 1. After careful consideration, these questions were replaced with a single question that asked about the person's hours at their job. The response set was enriched, as shown in Table 2.

Question	Responses
Do you work a rotating shift	Yes/No
If Yes, how often does the shift change?	Weekly, monthly, quarterly, other
What time do you typically start work?	Time
What time do you typically end work?	Time
How much can your start times vary from the usual start time?	Up to 15 minutes, 16-30 minutes, 31-60 minutes, more than 60 minutes, cannot vary
How much can your end times vary from the usual end time?	Same as above

Table 1: Initial Questions on Work Schedules in the Dallas-Fort Worth Survey

Question	Responses
Are your hours at your main job...	Variable at my choice
	Variable depending on the work
	Allowed to vary within fixed limits
	Fixed starting time, variable ending time depending on the work
	Variable starting time, fixed ending time depending on the work
	Fixed, but different hours on different days
	Fixed and the same for several days or weeks
	Fixed and the same every day
	Other

Table 2: Final Design of the Work Schedule Question for the Dallas-Fort Worth Survey

It was determined that the primary purpose that the questioning about work schedule was to serve was to determine the repetitiveness of the work times and to determine if the person's work schedule was conducive to using such transportation control measures as carpooling, vanpooling, or transit riding. For this reason, it was realized that no use would actually be made of usual starting and ending times of work, nor with the amounts of flexing allowed on flexible work hours. Frequency of shift changes were also not likely to be used. The person's reporting of their actual time starting and ending work on the diary day would serve to fix the time of day at which the person was working at the time of the survey. Coupled with the responses shown in Table 2, this would provide everything that the planners would subsequently use.

Several important points can be learned from this simple illustration. First, one question with one response was used to replace what would have been five or six questions to be answered through the first design. Second, the first design raised all sorts of problems for various respondents who found that responding to typical or usual start and end times simply did not fit their working schedules. In addition, the first version of the questions did not allow for a number of fairly common work schedules to be reported, leading to a degree of frustration on the part of respondents. By trying to think one's way into the thinking of the respondent, a potentially much better design results, in which fewer questions are asked and less frustration is generated.

In a similar way, a series of questions had been included in the original design having to do with the prior job of the person responding. However, after determining that there was no modeling use for these questions, that they primarily served some curiosity of the local planners but would have no bearing on any policies or decisions, and that the questions were at best awkward to pose and raised problems for respondents, the questions were dropped from the final design. The reduction in questions on working schedule and on previous employment allowed space to add some important questions on the amount paid for parking at the workplace and the distance of the parking from the workplace, itself. These were questions that had not been included before due to lack of space. However, these questions were clearly ones that were useful to modeling and policy decisions. Hence, the content was improved without increasing respondent burden. In fact, the final design still had six fewer questions than the original design.

3.2. Activity versus Time Use

The evolution from travel diary to activity diary and, now, to time-use diary has already been mentioned in passing. Within the context of total design, it bears further examination. The evolution from the travel diary to the activity diary has been discussed elsewhere (Stopher, 1992). Primarily, this change was generated by an attempt to avoid the use (in English) of the jargon and specialized term of «a trip» in the survey, and to focus more on what it is believed people remember about their days, i.e., what they did, rather than where they went. An important hypothesis of the genesis of the activity diary was that travel is incidental in a person's normal daily experiences and is therefore also likely to be forgotten or thought too trivial to report. On the other hand, the things a person did, his or her activities, are much more likely to be remembered and will, all other things being equal, be more likely to be reported completely and accurately. The design of the activity diary, therefore, asked people to report each thing that they did during the day, where it was done, and the time at which the activity started and ended. After establishing that a specific activity had been done at a different location from the preceding one, the respondent was then asked to provide some details about how she or he got to the place where this activity was done.

The change from the trip diary to the activity diary was achieved largely through a fairly simple reordering of questions from the trip diary. In fact, this feature of the activity diary has been the one that has made it possible to convince a number of agencies to adopt the technique. Arguments about the better quality of data and the greater completeness seem to have had less influence on the decision to use the technique than the simple demonstration that no new questions are introduced and all the old familiar ones are retained. Only the order in which questions are asked has changed.

The activity diary has undergone a number of changes since it was introduced first in the Boston region in the U.S. in 1991. Probably the most advanced design produced to date has been the two-day activity diary used for the Oregon cities of Portland, Eugene, Salem, and Medford, and for Vancouver, Washington. In this two-day diary, a very broad set of alternative activities were requested from respondents, and respondents were also asked to report on in-home activities lasting more than 30 minutes. This was done in an effort to obtain information that would be useful for future activity models that may need to show the decisions between conducting certain activities in the home or electing to conduct those same activities somewhere other than at home.

On the other hand, the activity diary has created its own problems that have been noted in reviewing diaries returned by mail and in debriefing telephone interviewers. The primary problem noted is that the activity diary compels the interviewer or the instructions for the diary to persuade the respondent that travel is not an activity. This seems alien to the way in which people think. In other words, once we convince people that they should tell us about the activities that they have undertaken during a specified period of time, they wish to treat travel as simply one of the activities that they undertook. They also appear to wish to account for all of the time they have spent in the period under question. In other words, if travel is omitted as an activity (or anything else were to be omitted that involves the expenditure of time) there is now a gap in the day that is uncomfortable to most respondents.

The concept of the time-use diary circumvents this problem by treating all time in the day as reportable and treating travel as another activity. In fact, various activities involved during travel can be treated as separate activities, such as waiting for a vehicle and getting on board the vehicle, leaving a vehicle, and transferring between vehicles. This adds potential richness to the data by allowing collection of the locations of these intermediate activities (which is of great benefit to the travel-demand modeler), while also permitting the respondent the freedom to give a complete accounting of the activities that occupied his or her time.

Because of the treatment involved in the time-use diary, what seems at first glance to be a serious overburdening of respondents turns out to be the opposite, a reduction in total burden. In the activity diary that preceded the design of the Dallas-

Fort Worth time-use diary, there were seven to ten questions about the activity, followed by three to six questions relating to the travel used to get to the activity (the number of questions depending on the mode used). Thus, at a minimum, a person would have answered ten questions about an activity and its associated travel, and a maximum of sixteen questions.

In the time-use design as currently conceived, there is a branch according to whether the activity is travel or not. For non-traveling activities, there are three questions. For travel activities, there are from two to six questions to be answered, depending on mode. One of the questions asked did not appear in the activity version, namely time taken to walk from the parked vehicle for auto, and the bus route number for bus riders. The resulting information is richer than before, but the number of questions on an activity is significantly smaller. This is compensated for in that travel involving multiple stages will now require more reporting than before, but each stage is handled briefly.

The time-use diary will be tested in the coming months. It will be of considerable importance to see how this instrument performs. It represents a potentially-important development in the design of household travel surveys. In its execution thus far in North Central Texas, it represents a design that has examined carefully the precise uses to which the data will be put and has also attempted to reduce respondent burden and to re-orient the design to be as user-friendly as possible.

3.3. Stated-Response Data Collection

Collection of stated-response data can be done in one of three ways. In one method, revealed-choice data and stated responses are collected together in one pass. In the second method, revealed-choice data are collected first, and the stated-response data are collected subsequently. In the third method, stated-response data are collected on their own, and are not related to revealed-choice data. Each of these methods presents specific issues and concerns. However, in the spirit of the notion of defining the use for the data before collecting it, it is important to consider first why stated-response data are considered of value to collect.

As noted in the introduction to this paper, the interest in stated-response methods has grown largely out of the realization that future directions of public policy in transportation is towards new and innovative methods for managing transportation infrastructure, more than it is for constructing new infrastructure. As such, the traditional approaches of examining current revealed choices and extrapolating these into a future with increased transportation capacity are no longer viable approaches. The value of stated-response, within the urban context, is to provide the transportation decision-maker with some idea of how the public will respond to alternatives that are not currently offered in the urban area, or possibly in any urban area in the nation. Stated-response techniques can also offer the decision

maker insights on whether or not a particular policy is capable of bringing about a particular desired result. For example, congestion pricing may be being considered as a means to alleviate current congestion. Stated response would be used, in this case, to determine at what pricing levels people would change their decisions on when to travel or even whether to travel. The determination of such breakpoint prices are essential to determining whether the policy is politically feasible.

Stated-response data may also be collected to determine what are the constraints that people perceive operating on their choices, so that either modelers are provided with information about the parameters that constrain different choices, or the decision-maker is informed of the effects of constraints on potential policies. Without attempting to repeat Lee-Gosselin's taxonomy of stated-response, it needs to be kept in mind that stated response is not restricted just to stated preference in which an individual indicates the choices made from a fixed set of alternatives within implicity constraints that the respondent perceives to operate, but may also be used to determine the nature and extent of the constraints that impact the respondent's behavior, or may be used to elicit the alternatives that would result in a behavior change, or both.

No matter what the specific method for collecting stated-response data may be, it is necessary to proceed with a total-design concept. Stated-response data require a reference point to current travel experience in order to be valid and useful. Therefore, anchoring the data to descriptions of the individual respondent is necessary at a minimum, and in many cases, it is essential to anchor the data to the current current revealed-choice situation in which the respondent operates.

3.3.1. Simultaneous Collection of Stated-Response and Revealed-Choice Data

Simultaneous collection of stated-response and revealed-choice data normally involves use of an interactive computer process, or similar means, whereby stated-response question sets can be generated in real time, based on responses given by the person being interviewed. A process of this type is described by Bradley (1993), applied to choices for air travel in Europe. This procedure involves entering into the computer the characteristics of a trip about to be taken by a respondent. Based on that trip, the respondent is then offered a series of alternatives that involve trade-offs among some of the characteristics involved in the actual trip, such as service frequency, access or egress time, requirements for a transfer etc. The respondent is asked to indicate which of each pair of alternatives she or he would choose at each level of variation of the characteristic. Through this method, the hypothetical characteeristics are tailored to the specific choice situation in which the respondent is currently operating, thereby offering the respondent a chocie situation that seems real and related to something with which she or he is experienced. This method is clearly appropriate to that subset of stated-response data that is correctly termed stated preference, i.e., in which respondents are asked

to choose from among a set of fixed alternatives presented, using their implicit constraints and preferences.

In this case, it is clear why total design is essential. Decisions must be made in advance about the characteristics that will be used in determining the trade-off scenarios. Revealed-choice questions are then designed to capture those characteristics for the current travel about to be undertaken by the respondent, and the basis is provided to develop the trade-offs that are the subject of the stated-response experiment. In addition, prior decisions must be made in the total design process about the amount by which characteristics can be varied from the reported values of the present choice situation.

To the best of the author's knowledge, this method has largely been restricted to application in intercity travel situations, because of its requirements for a significant amount of time from the respondent. In addition, this method has generally been applied using a face-to-face interview. The procedure clearly lends itself to computer-aided personal interviewing (CAPI), where the notebook computer used by the interviewer can be programmed to generate the alternatives as soon as the data on the existing choice situation are entered.

3.3.2. Sequential Collection of Revealed-Choice and Stated-Response Data

This is the method that has been used in all cases of urban-area application to date in the U.S. and is also the method that has been used in a number of applications in other countries. In this method, data are first collected on revealed choices. An Interactive Stated-Response instrument is designed simultaneously with the revealed-choice survey, and is administered within a narrow time frame from the collection of the revealed-choice data. This design is intended to utilize the information from the revealed-choice data to choose from among several alternative starting points for the ISR instruments.

To illustrate, the surveys used in Portland, Oregon provide a useful example. One of the ISR designs concerned behavior changes resulting from changes in transportation conditions in the Portland area. One of the parameters used in the design is the travel time by car in each of the peak and off-peak for driving alone to work. In one version of this form, the times varied from 15 minutes to 45 minutes for the peak period travel time, while a second one ranged from 25 to 55 minutes for the peak drive-alone time for a non-commute trip. For someone who currently has a commute of 60 minutes or more, or someone who has a commute of 10 minutes or less, the range of alternatives for the commute trip is very difficult to relate to. Similarly, for someone who makes no non-commute trips of more than 15 minutes, the non-commute survey would present similar difficulties Therefore, it is important to select a version of the ISR instrument that is within the appropriate range of current travel time for the work trip. Second, it is also imperative that the person asked to complete the commute survey currently is working and travels to work on a

regular basis. Thus, the revealed-choice data are used to determine the appropriate instrument from ISR to apply.

In other instruments used in Portland, ISR was used to pursue issues of vehicle-buying behavior and residential-choice behavior. Again, in order to set the appropriate context for the questions, information on the current vehicle ownership and current residential choice of the household is extremely important to setting the context for the ISR survey. Even when the questions themselves do not require scaling to experiences of the respondent, it is necessary for the analysis to take into account current and recent past experiences relative to the stated-response questions in order to be able to make use of the information provided.

In these examples, the stated-response method being used is again a stated-preference procedure, in which choice is elicited from closely-defined alternatives. However, this method is also appropriate for other categories of stated-response questioning, such as the procedure of eliciting the characteristics of alternatives that would cause the respondent to change her or his choice. In this case, it is necessary to use the information from the revealed-choice survey to determine what the respondent's current choice is and also to relate the values of characteristics that would generate a change to the characteristics currently experienced. There is also the same concern that the respondent currently makes this type of choice, such as a commute trip, or a car purchase.

This interrelationship between the revealed-choice and stated-response elements of the survey require that the design is undertaken so that the requirements of each are taken into account from the outset. Furthermore, when the ISR questions relate to behavior responses to changes in transportation services, it is important that the revealed-choice data are current. This author is not aware of work that may have been done to establish the maximum acceptable time that can elapse between the revealed-choice and the stated-response data collection. However, knowing the rapidity with which things can change in households in the U.S., it has been considered that the two survey elements should follow within a matter of a few weeks, and reducing this to a matter of days is much to be preferred. The design of the stated-response instrument and its pilot testing generally take significantly more time than those for the revealed-choice instrument, with the result that the planning of the ISR component of the survey must usually begin even before the planning of the revealed-choice survey. There are clear advantages to this, in that the design of the ISR survey will help to define the items that are needed in the revealed-choice survey to set the context and to analyze the data. In addition, this design permits the stated-response survey to be self-administered. After obtaining the results of the revealed-choice survey and determining the categories to which specific potential respondents belong, a selection can be made of the appropriate survey instrument version to be applied to a specific respondent, and that version can be mailed out. The need for face-to-face interviewing and «on-the-fly» computerized design of the

instrument are no longer an issue. The method is, therefore, cheaper to implement and can be significantly less labor intensive.

3.3.3. Independent Collection of Stated-Response Data

This is probably appropriate only in those cases in which the purpose of the data collection is to elicit constraints and thresholds of behavior change. In such situations, there may not be a need to obtain revealed-choice data in order to set parameter bounds. Rather, the respondent may be asked to provide information on both the levels of characteristics that would be sufficient to prompt a behavior change and also to indicate the situations under which such a behavior change might take place.

3.3.4. Summary of Interactive Stated-Response Design Issues

In summary, it can be concluded that it is extremely important, first, to define what is the goal of the stated-response survey, and then to determine whether it is appropriate or desirable to collect revealed-choice data immediately prior to collecting the stated-response data, to collect revelaed-choice data in the same instrument, or not to collect revealed-choice data at all. Again, it cannot be overstressed that there is a clear and obvious need to develop a joint strategy of design that ensures that both the stated-response data and any appropriate revealed-choice data are collected in a way that ensures compatability and relevance.

3.4. Respondent Burden

An issue of considerable concern in surveys of human populations that involve active participation by respondents is that of respondent burden. As the thirst for knowledge increases, even revealed-choice surveys request larger and larger amounts of information from respondents, while stated-response designs are generally highly respondent-intensive. To illustrate the growth in respondent burden, several aspects of change in revealed-choice surveys can be considered. Under the early designs of trip diaries or trip interviews, the average person would report on about 3 to 4 trips per day in the U.S. Data were collected from all household members of 5 years of age and over, and travel was reported for a single day. In addition to the travel information, a small amount of data was generally collected about the person and the household. While specific statistics are not available to provide precise measures, it seems that the average household, reporting on about 8 to 10 trips in the reporting period, spent no more than 20 minutes in providing this information.

In the activity diaries, averages of 6 to 8 activities per person have been recorded, with travel associated with at least 3 or 4 of those activities, for a 24-hour reporting period. Extensions of the activity approach to collection of more detail on in-home activities can increase the number of activities to 8 or 10 per person, and

extension to 48-hour or longer collection periods extend the numbers to double these amounts. Time requirements for households have increased to 45 to 75 minutes, and some of these have been documented (Stopher, 1996b). These increases are also a result of extending the respondent population to include everyone, regardless of age. Finally, the movement to a time-use diary is likely to add to respondent burden, particularly because it leads to an implicit request to complete a diary entry for each stage of a multi-stage trip. While there is no application data available yet on these surveys, it may be anticipated that the time involved will be of a similar order to that reported on the most detailed activity diaries, and will be in the range of 45 minutes and up for each household.

Along with the time increases resulting from changes from trips to activities to time use, there is the additional growing desire for more information about individuals and households. There are laudable aims for such increases, in that transportation surveys have tended to collect far too little of such information, making it difficult to develop real understandings about the underlying differences observed in travel patterns of households. As Axhausen (1994) has noted, there are more surprises in what has been omitted in recent household travel surveys than in what has been included. For example, the whole area of what other options were available but not chosen, the reasons for rejecting those options, and the characteristics that the individual perceived would be offered by those options compared to the chosen option, all represent items of information not requested in current instruments. Adding these for every choice reported by a respondent in a 24- or 48-hour period would add immensely to respondent burden.

The stated-response survey, added on to this already-increasing respondent burden, represents a very significant increase in total respondent time allocation. The opening instruction on the Portland surveys says:

«This survey is unique; you've probably never completed one like it. Take ample time to familiarize yourself with the survey materials before you begin...» (Portland Metro)

While this does not indicate the length of time required for completion, there is a clear indication here that the time required will not be small. Times of 30 minutes to one hour are certainly potentially possible for the study and completion of such a survey.

This issue of increasing respondent burden is one that was raised by several workshops in the conference on household travel survey methods at Irvine, California in March 1994 (TRB, 1996). It is seen as potentially adding to the existing problems of nonresponse, as well as having the potential to compromise the quality of those responses that are obtained. Care is therefore needed in deciding about how much information to request, and through what mechanisms to request it. Total design plays a significant role here, in assisting the rejection of questions that have little or no potential use, changing question sequences to make response easier

and faster for the respondent (even at the expense of the convenience of the analyst!), and making sure that all questions on revealed choice are asked for within that survey and that the subsequent stated-response survey can concentrate only on the stated-response activity.

3.5. Current Reasons for Conducting Stated-Response and Revealed-Choice Surveys

Before ending this paper, it is appropriate to consider some of the reasons that combined stated-response and revealed-choice data are needed currently. Many developed countries around the world, including the U.S., are finding capital investment in transportation infrastructure to be increasingly difficult to justify or afford. The transportation infrastructure is well-developed and there are many other pressing demands for spending available public funds that take priority over further additions to the transportation system. Furthermore, it is slowly being recognized that it is not possible to build one's way out of congestion, and the realities of a downward-sloping demand curve are beginning to be understood by transportation engineers, i.e., that as price of travel decreases, total volume of travel increases. As a result, attention is turning to a range of policies and strategies that relate more to modifying travel behavior as a means to influence congestion levels. However, many such policies and strategies that have been tried in the past have failed to work as well as expected. There is, therefore, a growing recognition of a need to assess potential traveler response to alternatives that do not exist in the current travel marketplace.

Among the types of policies and strategies that are under consideration are:

- various forms of intelligent-vehicle and highway systems that can be used to provide avoidance of potential congestion;
- transportation demand-management measures, such as carpooling, vanpooling, and transit riding, encouraged through a variety of strategies that include provision of park-and-ride lots, high-occupancy vehicle lanes, pricing differentials for parking between single-occupant and multi-occupant vehicles, etc.;
- mandating the adoption of different vehicles, such as electric vehicles with shorter ranges and lower speeds than conventional vehicles, vehicles powered by compressed natural gas, etc.;
- changing working hours through flexible working times, compressed work weeks, telecommuting, etc.;
- pricing measures, such as congestion pricing, time-varying tolls, and other strategies; and
- using congestion as a deterrent to travel by itself, i.e., determining how people will respond to increasing levels of congestion and at what point behavior will change in response to it.

The issue with all of these strategies is that there is little current experience to work from and that most of these are not handled by current travel-forecasting models. Generally, it is possible to estimate responses to strategies of this type only to the extent that the strategy affects the travel times or travel costs, and where existing travel modes are the only ones to which the forecasts are intended to apply. Even with strategies like carpooling, when there is a desire to apply these in areas that have never encountered a significant program of this type, there is relatively little information that can be transferred from elsewhere.

Examination of strategies of this type represents an ideal application area for interactive stated-response techniques. In addition to the examples already noted from Portland, there is a current study underway that is looking at congestion pricing on the bridges into San Francisco, also using ISR techniques to determine potential responses by different segments of the driving population, and also responses from those currently riding transit. In the San Francisco case, a particular concern relates to the provision of no-charge lanes for carpools, while single-occupant vehicles must pay a substantial toll, particularly in the peak period. There already exists a price differential between single- and multi-occupant vehicles in the peak period, and this has given rise to a phenomenon of ad hoc carpool formation, where people wait near the Oakland Bay Bridge to obtain a ride across the bridge and permit the single-occupant vehicle to use the multi-occupant lane. Potentially, this behavior could increase markedly under a new toll scheme, where the penalty for being in a single-occupant vehicle becomes much greater. Issues of this type cannot be investigated under revealed-choice measurement and using models built solely on revealed-choice data.

Finally, it should be noted that a strong argument for total design of revealed-choice and stated-response data-collection instruments is the potential for building joint models. While there do exist examples of models built entirely from stated-response data, the richest result seems to arise from using both types of data together in a single model. This allows for scaling of the effects of the stated response to revealed choices, and also provides the means to account for measurable items like times and costs on existing alternatives, as well as introducing an ability to respond to new variables, or to ranges of options that are not present in the current transportation system. It is not the intent of this paper to pursue these modeling issues, but rather to note that joint modeling strategies appear extremely promising, but that such strategies provide a strong mandate for total design of surveys.

4. CONCLUDING COMMENTS

It is hoped that this paper has opened several issues relating to comprehensive and total design of survey processes for revealed choices and stated responses. One area of total design that has not been addressed here is that of the other supporting surveys that are needed for revealed-choice surveys, namely such surveys as traffic counts, screenline and cordon-line surveys, workplace and special-

generator surveys, speed surveys, on-board transit surveys, other special demand-side surveys, and the various inventories of the transportation systems and land uses in the region. The concept of total design applies equally to these various surveys, particularly with respect to ensuring compatibility of questions and response sets, and completeness of the designs to provide needed data in each survey activity.

Considering stated-response and revealed-choice surveys together clearly illustrates the importance of the overall design. The shift in policies and strategies being experienced in many developed countries has provided a new and important potential role for stated-response surveys. This role is extremely vulnerable, however. Stated-response methods can easily be discredited if they are used inappropriately or in settings in which a comprehensive design with appropriate revealed-choice data collection has not been undertaken. Drawing on the experience and demands in the U.S., it is hoped that this vulnerability has been explained adequately and the point made of the importance of designing the procedures together. At the same time, points have also been made as to the need to improve the overall designs and thinking behind more conventional revealed-choice surveys. Evidence from the changes in household-travel survey designs seems to point in the direction of significant rethinking of the approach and design of survey instruments.

Much more could be said in almost all of the areas covered by this paper. However, the primary conclusion must be that, as the needs of transportation planners for more and better information grows, so the design aspect of the household travel survey, both for revealed choice and stated response, takes on an increasingly important and central role. For the purposes of ensuring that stated-response data are not discredited through sloppy implementation, and in an effort to improve the quality of data, including attempting to reduce non-response problems, total design of the survey instruments and procedures is clearly the goal for future surveys.

BIBLIOGRAPHY

AXHAUSEN KW (1994), *Travel Diaries: An Annotated Catalogue*, Working Paper, University of London, Centre for Transport Studies, November 1994.

BONSALL P, WARDMAN M, NASH C, HOPKINSON P (1992), «Development of a Survey Instrument to Measure Subjective Valuations of Non-Use Benefits of Local Public Transport Services,» in Ampt, E.S., A.J. Richardson, and A.H. Meyburg, *Selected Readings in Transport Survey Methodology*, Eucalyptus Press, Melbourne, Australia, 1992, pp. 71-87.

BRADLEY MA (1993), «Behavioral Models of Airport Choice and Air Route Choice,» *Sixth International Conference On Travel Behaviour Research*, Santiago, Chile, June 1993.

LEE-GOSSELIN MEH (1996), «The Scope and Potential of Interactive Stated Response Data Collection Methods,» *Transportation Research Board Conference Proceedings 10*, pp. 115-133.

PORTER C, MELENDY L, DEAKIN E (1995), «Land Use and Travel Survey Data: A Survey of the Metropolitan Planning Organizations for the 35 Largest U.S. Metropolitan Areas,» Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley, August 1995.

Portland Metro, *Survey Instruments*, available from Portland Metro, Portland, Oregon.

STOPHER PR (1996), «Household Travel Surveys: Cutting-Edge Concepts for the New Century,» *Transportation Research Board Conference Proceedings 10*, pp. 11-23.

STOPHER PR (1992), «Use of an Activity Diary to Collect Household Travel Data,» *Transportation*, 1992, Vol. 19, pp. 159-176.

STOPHER PR (1996), *Synthesis on Household Travel Survey Methods*, NCHRP Synthesis Report (to be published), 1996.

TRB (1996), Household Travel Surveys: New Concepts and Research Needs, Proceedings of a Conference held in March 1994 at Irvine California, *Transportation Research Board Conference Proceedings 10*.

SYMPHONIE D'USAGES DES GRANDES ENQUETES ORIGINE-DESTINATION, EN TOTALEMENT DESAGREGE MAJEUR, OPUS MONTREAL 87 ET 93

Robert Chapleau
Département de Génie Civil
Ecole Polytechnique de Montréal

INTRODUCTION

En plusieurs endroits en Amérique du Nord, et singulièrement au Québec, les grandes enquêtes téléphoniques Origine-Destination demeurent un instrument privilégié de planification des transports urbains. La recherche des grands nombres, couplés à des outils statistiques et de modélisation de plus en plus performants, a véritablement instauré un mode fort quantitatif quant à l'évaluation de divers projets de transport urbain ainsi que l'auscultation des tendances socio-démographiques eu égard aux questions de mobilité.

Sur une période de 25 ans, les évolutions technologique et méthodologique ont été fulgurantes comparées aux évolutions institutionnelle ou bureaucratique. L'informatique, notamment, a modifié tout autant les méthodes que leur dissémination, et ce, devant des professionnels qui, souvent, risquent de perdre leur expertise par mésadaptation.

Dans ce contexte, il est utile de revoir, même superficiellement, l'évolution conceptuelle qui a permis de faire évoluer les moyens de planification de transport du stade de «modèle classique agrégé» à celui de «système d'information de référence pour l'analyse et la planification» pour enfin aboutir à un «système d'information à intégration cohérente» qui autorise d'envisager des problématiques urbaines plus larges.

Quatre mouvements peuvent être discernés dans cette démarche qui a sa source dans les enquêtes de déplacements urbains, lorsqu'elles se voient exploitées selon l'approche totalement désagrégée :

1. le développement des modèles pour l'analyse des réseaux de transport, là où les matrices O-D de déplacements tirées des enquêtes-ménages venaient se substituer déjà aux modèles synthétiques d'estimation de la demande afin de réaliser une affectation plus précise sur les réseaux ;
2. le développement des analyses catégorielles de la demande, portant sur le suivi des tendances socio-démographiques, l'étude de l'usage des modes selon le cycle de vie, les comportements propres aux déplacements multi-modaux ;
3. l'examen d'effets à caractère géopolitique, tel que les conséquences financières de déplacements faits par des non-résidants lorsqu'une insuffisance tarifaire s'observe sur un réseau de transport collectif : en outre, le développement

d'une modélisation orientée-objet conduisant à la dérivation de nouvelles entités pertinentes à l'analyse des transports ;

4. le développement d'applications impliquant géomatique et chronomatique afin d'intégrer, de manière cohérente, toutes les données nécessaires à l'édification d'un système de renseignements utiles à l'usager.

Les prochains chapitres décrivent à la fois les concepts-clés propres à l'approche totalement désagrégée tout en illustrant les principaux usages et dossiers-types qui ont été traités dans le contexte montréalais. Ici, on fait référence surtout à des enquêtes régionales téléphoniques réalisées par la S.T.C.U.M. en 1970 [6], 1974 [7], 1978 [8], 1982 [9], 1987 [11], 1993 [12]. La petite histoire anecdotique fait ressortir les notes méthodologiques suivantes :

1970	ENQUETE	TECHNOLOGIE
ENVERGURE	- territoire : 1 286 km² - population : 2 484 462 - ménages : 730 158 - échantillon : 3.78 % - enregistrements valides : 198 988	- programmes COBOL - IBM 7094 loué - bandes magnétiques
CONCEPTS et METHODE	1 découpage zonal ad hoc (bassins des lignes de transport) : **900 zones** 2 formulaires manuscrits transcrits sur cartes perforées 3 validation par listing et cartes	- aucun modèle - traitement de données spécifique (lignes, zones)
COMMENTAIRES	- variable âge en 3 groupes : 0-17, 18-64, 65+ - volonté d'examiner les alignements des prolongements de métro - données accessibles pour recherche méthodologique seulement	- matrices O-D - modèle tout-ou-rien avec 65 secteurs - publications sommaires

1974	ENQUETE	TECHNOLOGIE
ENVERGURE	- territoire : 2 331 km² - population : 2 835 403 - ménages : 899 918 - échantillon : 4.78 % - enregistrements valides : 264 789	- programmes COBOL - IBM 360-50 à 256 ko - bandes magnétiques
CONCEPTS et METHODE	1 découpage zonal ad hoc (bassins des lignes de transport) : **1200 zones** 2 formulaires manuscrits transcrits sur cartes perforées 3 validation par listing et cartes	- insertion du modèle TRANSCOM pour simulation - notions de noeuds et lignes T.C.
COMMENTAIRES	- variables d'âge ; lignes CTCUM - réaménagements sectoriels relatifs aux prolongements de métro - données accessibles au M.T.Q. pour modèle UTPS *[10]* à 125 zones - développement de TRANSCOM *[5]* pour fins opérationnelles	- matrices O-D - modèle d'affectation sur réseau TC (1000 zones) - publications 65 secteurs sur déplacements unidirectionnels

1978	ENQUETE	TECHNOLOGIE
ENVERGURE	- territoire : 2 331 km² - population : 2 954 184 - ménages :1 031 975 - échantillon : 5.31 % - enregistrements valides : 305 244	- programmes COBOL et PL/I - IBM 360-50 - bandes magnétiques et disques ; SPSS
CONCEPTS et METHODE	1 découpage zonal ad hoc (bassins des lignes de transport) : **1400 zones** 2 formulaires manuscrits transcrits sur cartes perforées 3 validation par listing et cartes 4 précodification du réseau TC pour validation TRANSCOM *[5]*	- modèles «logit» - évaluation des coûts - traitement spécifique (lignes, zones) - modèles d'accès différenciés
COMMENTAIRES	- suivi et contrôle spatialisé de l'échantillon - réaménagements de desserte réseau - analyse de situations locales - données contribuant aux débats du CTRM	- matrices O-D - graphisme papier

1982	ENQUETE	TECHNOLOGIE
ENVERGURE	- territoire : 3 341 km² - population : 2 895 899 - ménages : 1 071 305 - échantillon : 6.98 % - enregistrements valides : 491 805	- programmes COBOL - introduction de SAS - IBM mainframe - disques
CONCEPTS et METHODE	1 découpage zonal ad hoc (bassins des lignes de transport) : **1500 zones** 2 formulaires manuscrits transcrits sur fichiers 3 validation par terminal sous CMS 4 codification réseau façon MADITUC *[4]* 5 traitement TRANSCOM pour validation 6 implication d'autres organismes	- traitement et manipulations statistiques avec SAS - graphisme 3D-SAS - introduction du concept d'itinéraire (déclaré, décrit, simulé)
COMMENTAIRES	- évaluation de divers projets (métro, trains) - analyse multi-réseaux (retrait CTCUM de la Rive-Sud) - nombreux dossiers CTRM impliquant concertation - insertion de MADITUC *[4]* à la STCUM et au MTQ (1984-1987)	- comparaison de données avec 65 secteurs - introduction de MADITUC pour l'analyse désagrégée (marketing)

1987	ENQUETE	TECHNOLOGIE
ENVERGURE	- territoire : 3 297 km² - population : 2 930 273 - ménages : 1 141 866 - échantillon : 4.68 % - enregistrements valides : 337 408	- programmes SAS - IBM mainframe - apparition des PS/2 - utilisation des PC pour la codification
CONCEPTS et METHODE	1 géocodification des localisations au niveau du code postal : **70,000 points** 2 formulaires manuscrits transcrits sur disquettes 3 traitement des données sur PC autour de bases de données générales 4 validation interactive des variables, et interactive graphique des déplacements TC à l'aide de MADITUC *[1,3]*	- intégration des fichiers mainframe aux besoins de traitement micro-informatique (Lotus 1-2-3, dBASE III) - graphisme de réseaux TC avec AutoCAD 2.6
COMMENTAIRES	- intérêt au vieillissement de la population et à l'étalement urbain - modélisation des effets des tendances socio-démographiques - étude des effets financiers inter-réseaux (aspects géopolitiques) - analyse et simulation des déplacements multi-modaux	- fichiers désagrégés - affectations réparties, comparées, différentielles - répartition modale incrémentale à seuil - développement de modèles synthétiques agrégés/désagrégés (projections, distribution selon facteurs de croissance) - publications sommaires et détaillées

1993	ENQUETE	TECHNOLOGIE
ENVERGURE	- territoire : 3 500 km² - population : 3 132 054 - ménages : 1 268 336 - échantillon : 4.65 % - enregistrements valides : 433 113	- saisie avec terminaux VAX - technologie PC de calibre 486 - archivage SAS
CONCEPTS et METHODE	1 saisie directe sur terminal ; transmission de fichiers quotidiens ; réalisation du terrain par une firme de sondage 2 géocodification interactive avec base géomatique (monuments, adresses, intersections, codes postaux) 3 récupération et validation interactive 4 validation interactive graphique des itinéraires TC	- traitement intégral des données sur PC - facilités MADCADD pour codification des réseaux
COMMENTAIRES	- implication à 50 % du Ministère des Transports du Québec - groupe de travail sur le partage des données de planification de transport - nombreux dossiers sur les trains de banlieue, effets de débordement, intégration tarifaire	- montage du système SIGGAR *[2]* - publications Excel, HTML pour WWW (Internet) [32] - développement parallèle de MAD(strat) 2 *[28]* et du S.I.T.U.-TRAJET *[30]*

Une symphonie d'usages, de concepts et d'applications comporte quatre mouvements.

1. PREMIER MOUVEMENT (ALLEGRO) : AFFECTATION DES DEPLACEMENTS SUR UN RESEAU

Il est aisé de reconnaître les liens indissolubles entre ENQUETE, MODELISATION et CADRE DE PLANIFICATION. C'est principalement le besoin d'évaluer, pour fins de choix et de prise de décision, divers projets d'investissement en transport, qui a légitimé d'abord la conduite de grandes enquêtes régionales Origine-Destination. La nécessité d'être crédible a ensuite convaincu les responsables des réseaux de court-circuiter la Procédure Séquentielle Classique par l'emploi de matrices O-D observées de déplacements ; les modèles associés attendus étant du type «affectation sur un réseau». A cet égard, il se doit d'être rappelé que l'approche agrégée (zones-centroïdes, réseaux-noeuds/liens, cellules de la matrice O-D) n'a pu servir qu'à estimer les débits sur les liens d'un mode de transport donné [16]. Relativement à ces fonctionnalités, l'approche totalement désagrégée, particulièrement lorsqu'appliquée aux réseaux de transport collectif urbain, autorise plutôt un traitement INDIVIDUEL des déplacements effectués, ainsi que l'analyse de TOUT élément du réseau. Ainsi, tant l'analyse de la demande (attributs associés aux coûts généralisés moyens) que du réseau (ressources impliquées et consommation sur les lignes, les liens et aux noeuds) se trouve alors pourvue de nouvelles dimensionnalités [14].

L'enquête O-D de déplacements, selon l'approche retenue -analyse désagrégée-, peut se percevoir comme un immense fichier de DEPLACEMENTS, structuré par MENAGE et trié selon la chaîne de déplacements des PERSONNES. Tel qu'illustré à la Figure 1, les VARIABLES d'intérêt concernent le POIDS de l'observation dans l'univers concerné, les localisations d'ORIGINE, de DESTINATION et de RESIDENCE, l'utilisation du RESEAU DE TRANSPORT (noeuds d'accès, lignes empruntées et point de jonction), les caractérisations TEMPORELLES et d'ACTIVITE du déplacement, ainsi que toute appartenance à une catégorisation SOCIO-ECONOMIQUE (âge, sexe, possession automobile, revenu...).

Relativement à cette structure de données, le premier caractère important de l'approche désagrégée consiste à renverser la relation DONNEES-MODELE, où, anciennement, il était question de produire des résultats selon la séquence «matrice O-D / simulation / charge du réseau». Dorénavant, il est plutôt question de concevoir divers OPERATEURS de données qui ont pour finalité première d'enrichir la BASE DE DONNEES. Dans MADITUC, le fichier de déplacements est soumis à :

1. une procédure de VALIDATION, avec soutien interactif graphique au moment de l'enquête, ayant pour objet de (1) filtrer l'information invraisemblable

au niveau de la spatialisation ou de la connexité du déplacement et de (2) traduire l'information déclarée en DONNEE STRUCTUREE COMPATIBLE (itinéraire décrit dit observé) ;

2. un module d'ACCES qui détermine, de manière automatique, la relation de proximité devant exister entre les localisations d'origine-destination et les points d'entrée-sortie les plus probables sur le RESEAU ;

3. un module de calcul de CHEMINEMENT (noeud à noeud ou zone à zone), avec fonction d'impédance prenant en compte tarifs, pénalités, attente, marche, modes et autorités de transport ; incidemment, cette fonction d'impédance peut être adaptée selon toute variable ou combinaison de variables ;

4. un module de CHARGEMENT du réseau avec possibilités de réaffectation des flots a posteriori ;

5. des procédures de SELECTION et d'EXTRACTION des déplacements autorisant l'emploi de la DECOMPOSITION et de la RETROACTION à l'étape de l'analyse.

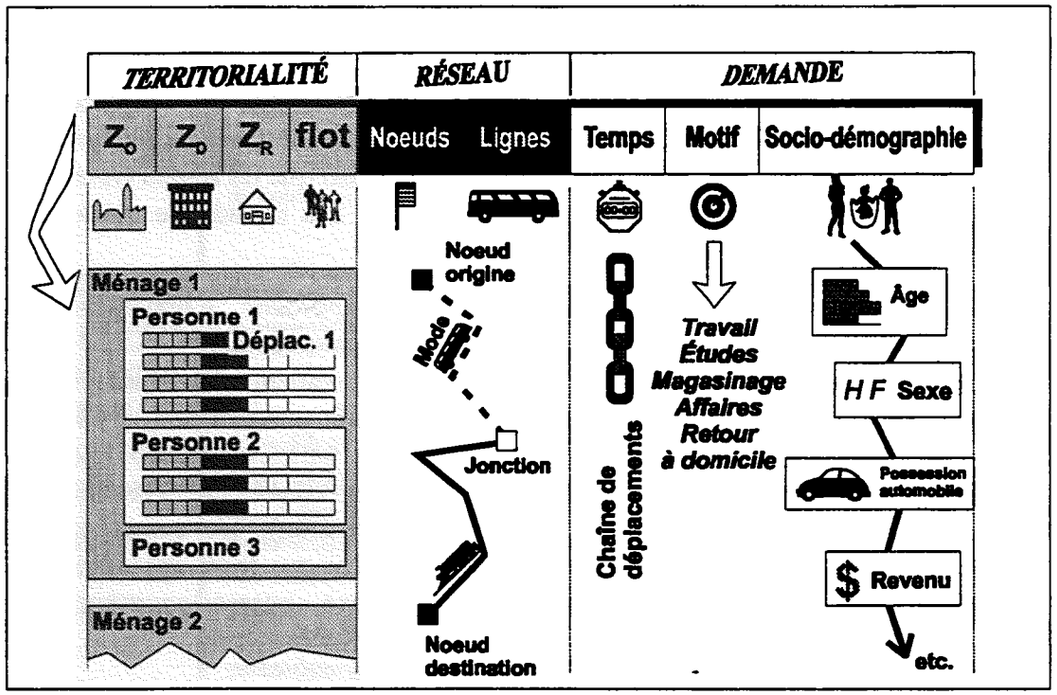


Figure 1 : Structure de la base de données ENQUETE O-D

Typiquement, ces facilités sont employées pour :

- l'affectation des déplacements sur un réseau de transport (période a.m., 24 heures) ;
- l'évaluation des bénéfices et des ressources associés à une variante de réseau ;
- l'examen des caractéristiques et des endroits de passage d'une clientèle spécifique (personnes âgées, questions d'accessibilité) ;

- l'analyse détaillée de la clientèle à des points d'intérêt (mouvements aux stations, correspondances) ;
- l'étude de la coordination des services et de l'intégration tarifaire.

En guise d'exemple, la Figure 2 illustre, pour le cas de Toronto, un «profil de charge décalé» où il est possible de distinguer, sur chaque tronçon du réseau, la part du flot fait pour différents motifs (travail, étude, autres) [15]. La Figure 3 montre, pour un corridor ferroviaire de banlieue à Montréal, les points d'origine ainsi que les modes d'accès (marche, auto, bus) de la clientèle du train [13].

A cette étape, il est aussi possible d'examiner, de manière très précise, les questions de CALAGE de modèle, à l'aide des facilités de comparaison des itinéraires DECRITS et SIMULES, pour un même réseau de REFERENCE.

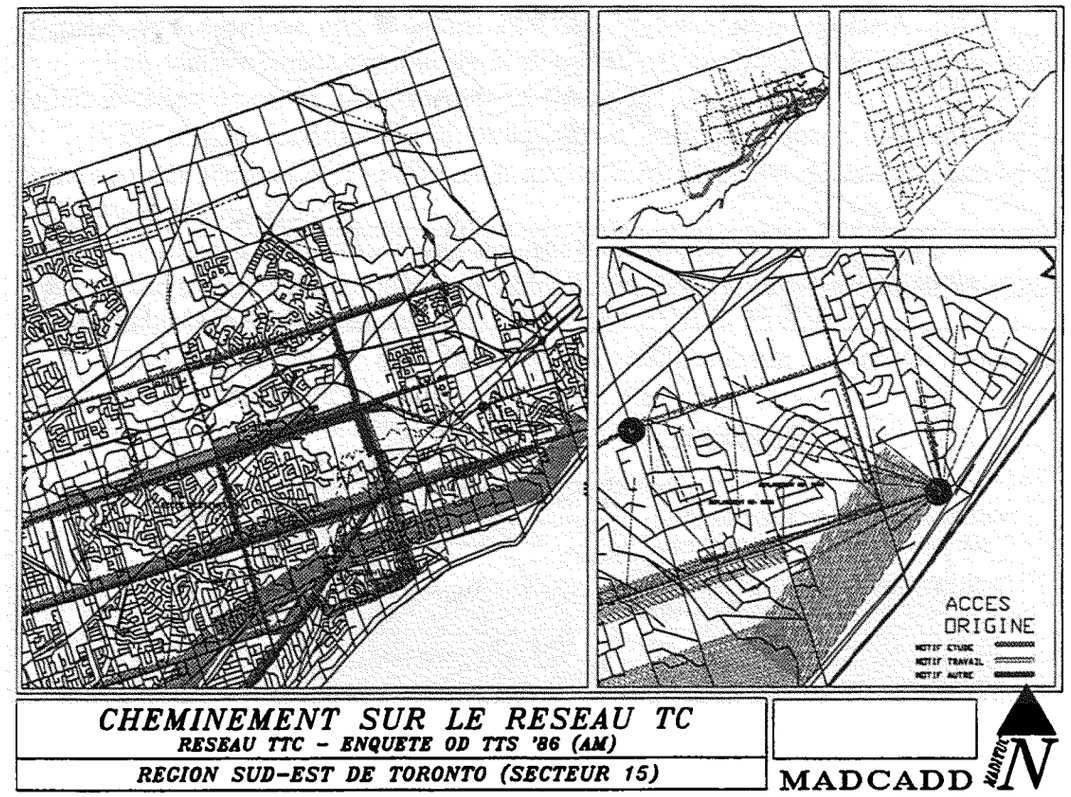


Figure 2 : Profil de charge décalé, à Toronto

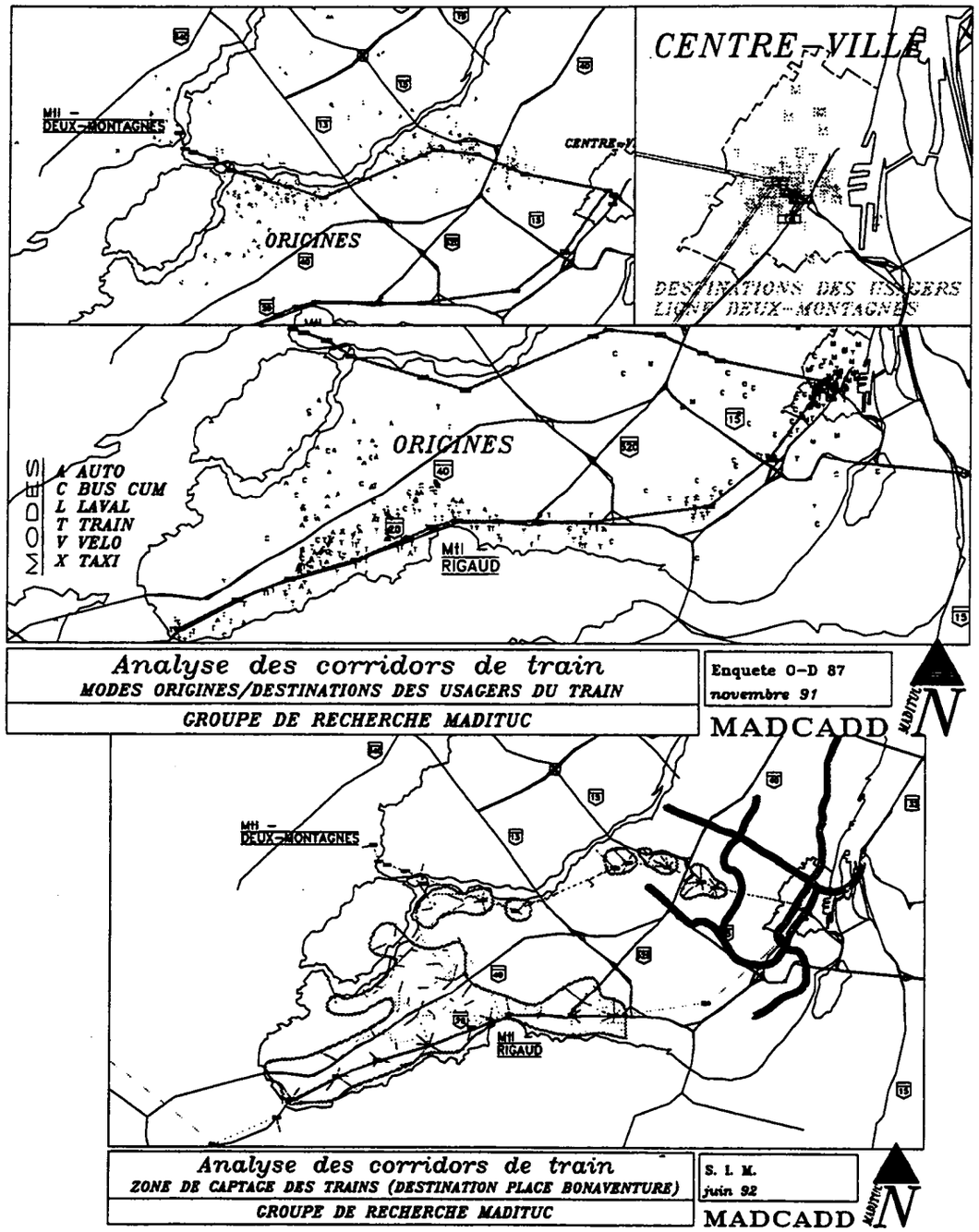


Figure 3 : Origines, modes d'accès et zone de captage de la clientèle ferroviaire, à Montréal

2. DEUXIEME MOUVEMENT (LARGO) : EFFETS SOCIO-DEMOGRAPHIQUES ET MODELISATION

L'exploitation de second type des fichiers d'enquête Origine-Destination nous amène à focaliser sur les diverses variables dites secondaires, par rapport aux données intéressant le réseau. Surtout à Montréal, où l'on dispose de données méthodologiquement comparables pour les enquêtes de 1974, 78, 82, 87 et 93, plusieurs études ont été réalisées pour examiner les effets des tendances socio-démographiques sur l'utilisation du transport en commun. Le seul traitement des enquêtes O-D a permis d'identifier, pour le cas montréalais, les lois et modèles suivants [18, 19, 20, 21] :

- une diminution sensible de la taille des ménages, dans le temps, et dans l'espace -de la banlieue vers le centre-ville de l'agglomération- (étude A.C.T.U.) ;
- un vieillissement continu de la population à la source d'un phénomène de dédensification du centre confirmé par un étalement urbain ;
- un progrès continu de la motorisation particulièrement soutenue par le rattrapage des femmes à cet effet, ainsi que leur participation accrue au marché du travail (voir Figure 4) ;
- un déclin de l'utilisation du transport collectif, conséquent de l'effet combiné des effets démographiques («baby-boom»), de la dédensification du centre et de la motorisation (voir Figure 5) ;
- une augmentation des déplacements multimodaux -auto/TC- pour les déplacements se destinant au centre.

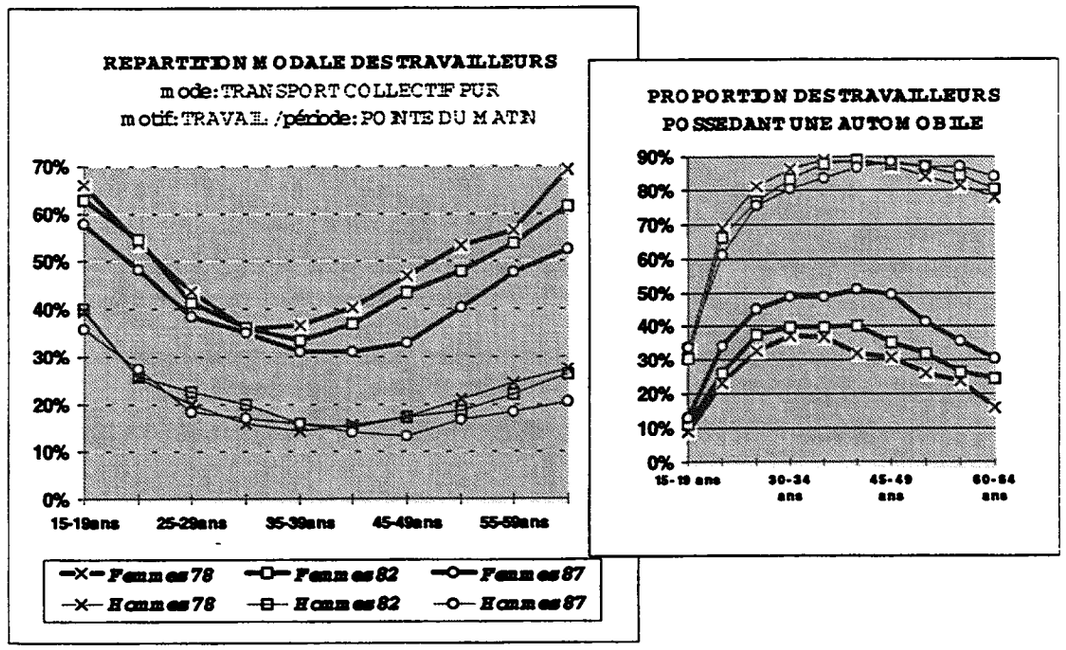


Figure 4 : Usage des modes de transport à Montréal, selon âge, sexe, spatialisation

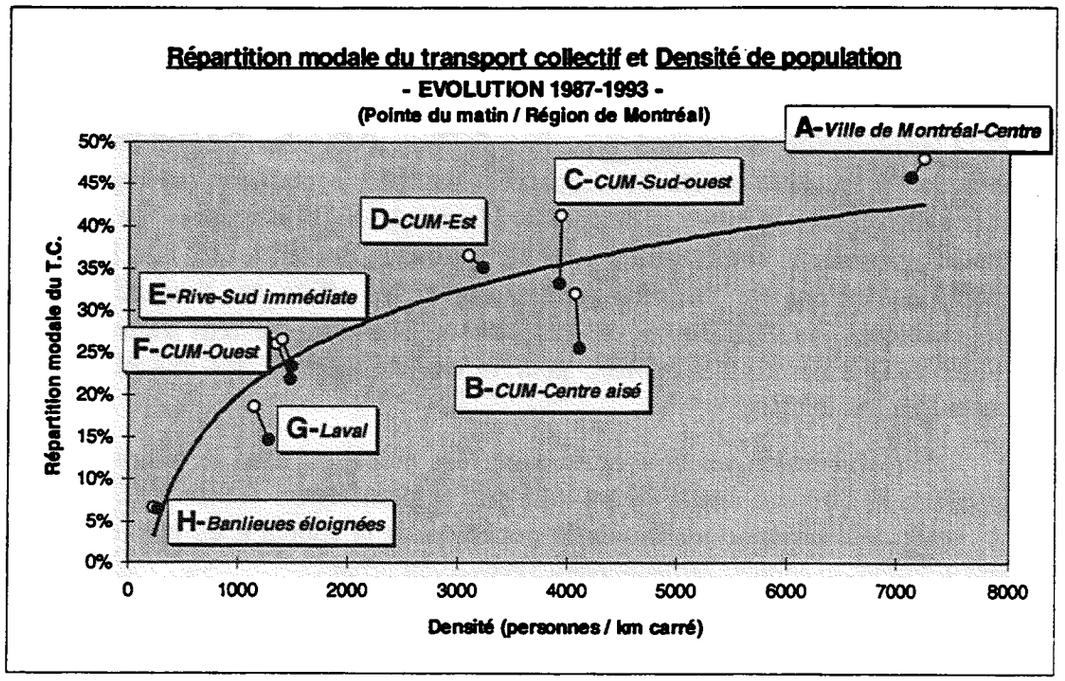


Figure 5 : Répartition modale selon la densité de la population 78-82-87

Maintenant, il est admis que ces facteurs socio-démographiques sont variables tant dans le temps que dans l'espace. Il a aussi été mesuré des consommations de transport très différentes selon la localisation spatiale par rapport au centre. La Figure 6 traite le cas de trois secteurs représentatifs de l'urbain, de la banlieue ancienne et de la banlieue éloignée [17].

Ces observations ont conduit à la nécessité, pour les organismes publics, de tenir compte des effets tant démographiques que d'étalement ou de motorisation, dans la modélisation des prévisions de mobilité. Avec l'approche totalement désagrégée, pour l'horizon 2011 -projection de 25 ans-, le Ministère des transports du Québec a fait l'emploi de MADEDE (Modèle d'Analyse Désagrégée d'Estimation de la Demande) pour constituer des fichiers de déplacements futurs prenant en compte [22] :

- les meilleures prévisions démographiques pour 2011, spatialisées selon les territoires définis pour fins de Santé ;
- des scénarios de concentration d'activités, ou d'étalement selon un mode tendanciel ;
- la participation accrue des femmes au marché du travail ;
- la poursuite d'un rattrapage de la motorisation pour les femmes ;
- etc. (contraintes sur secteurs d'origine ou de destination).

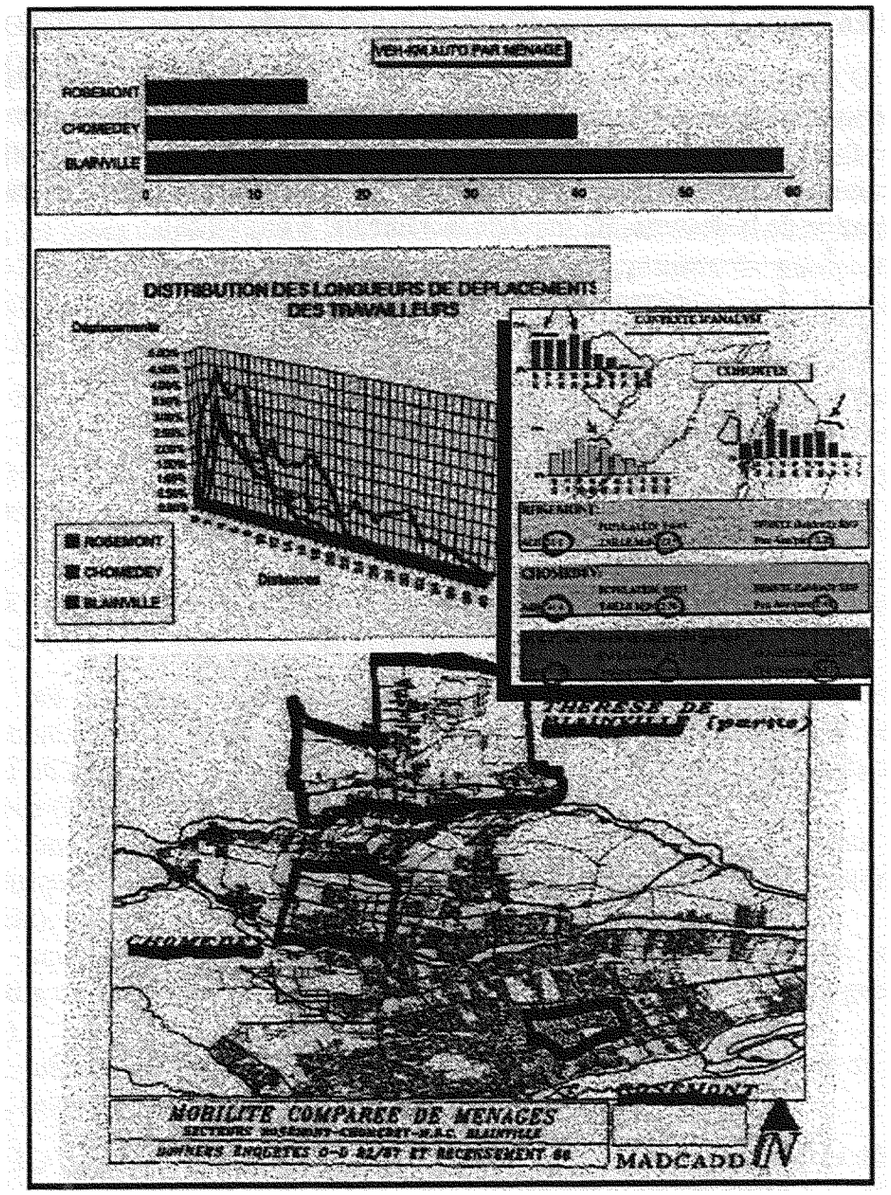


Figure 6 : Consommation-transport des ménages : Rosemont, Chomedey et Ste-Thérèse

La Figure 7 résume la procédure implantée lors de cet exercice.

D'autres situations bénéficient du cadre formel de l'analyse désagrégée. Les applications typiques sont : les analyses de marché examinant diverses clientèles au vu de l'utilisation des modes de transport auto ou TC, la modélisation des déplacements multi-modaux, l'estimation du changement modal lors d'une amélioration de la desserte TC -modèle incrémental à seuil- [23].

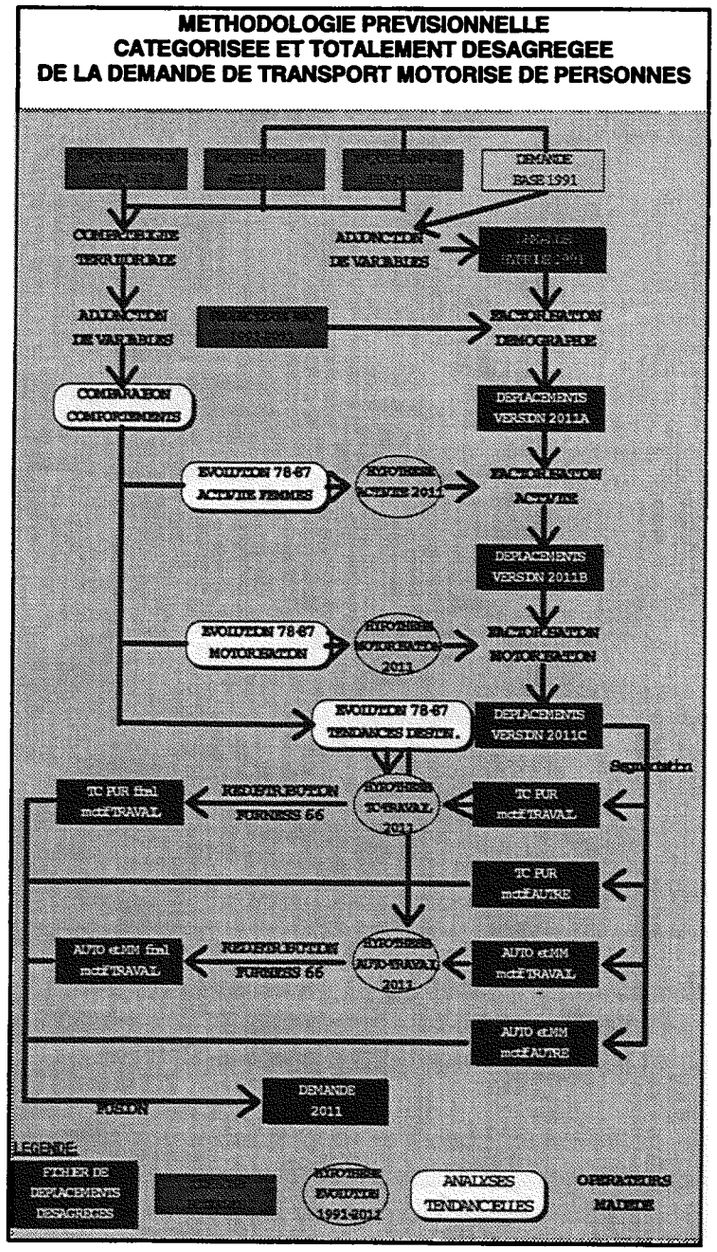


Figure 7 : Méthode de projection de la demande appliquée au fichier désagrégé

3. TROISIEME MOUVEMENT (ANDANTE) : EFFETS FINANCIERS DANS UN CONTEXTE GEOPOLITIQUE

Dans les grandes agglomérations, la gestion d'un système de transport pose explicitement le problème de son financement, tout autant à l'échelle de ses dépenses d'exploitation que de ses dépenses d'investissement. Pour un milieu donné, les bases de péréquation sont souvent géopolitiques, et forcément fondées sur un mode local d'activité. Notamment, les déficits des réseaux de transport urbain collectif, comme c'est le cas à Montréal, sont assumés par des taxes basées sur la valeur foncière de la résidence ou du commerce.

Si, en parallèle, il arrive qu'on assiste à un phénomène majeur d'étalement urbain associé à une dédensification du centre, il convient d'interpréter cette situation comme une sorte d'«évasion socio-fiscale» face au fardeau des systèmes de transport.

Sous la perspective méthodologique, clarifier cette question exige d'avoir accès à des procédures informationnelles autorisant la rétroaction. Dans le contexte qui nous échoit, le système d'information de soutien comporte :

- un enquête sur les déplacements urbains comportant les points d'origine et de destination de chaque déplacement d'intérêt, les caractéristiques de la personne (âge), l'utilisation déclarée des réseaux de transport (lignes empruntées), la zone de résidence (localisation du domicile) ;
- une définition fine des réseaux de transport, tant dans leur aspect géométrique que du niveau de service, précisant les RESEAUX (autorités de transport), les MODES (métro, train, surface) et les LIGNES définies ;
- une connaissance détaillée des coûts unitaires moyens des services respectifs de transport (coût ramené au passager-kilomètre pour chaque ligne-mode-réseau) ;
- un scénario d'imputation des recettes ainsi que des subventions de chaque réseau, selon les achalandages et grilles tarifaires respectives.

Il s'agit alors de réaliser l'affectation (par traitement des itinéraires décrits ou par simulation) de chaque déplacement sur l'ensemble des réseaux du système de transport et d'en mesurer la trace en termes de passagers-kilomètres et/ou passagers-heures des diverses lignes-modes-réseau. En guise de bilan, on applique à chaque unité géopolitique (territoire de desserte ou commune) la formule suivante :

Part municipale ij = Coût de la consommation des résidents de i sur le réseau j :

- Recettes (tarifs payés par les résidents de i sur le réseau j),
- Subventions (associées à l'achalandage).

Par application systématique du calcul de la consommation respective de tous les déplacements de l'enquête O-D, et par rétroaction, en agrégeant et en comptabilisant les statistiques selon le territoire géopolitique de résidence, on

obtient le bilan de ce qu'il est convenu d'appeler «les effets financiers des déplacements inter-réseaux» [24, 25, 26].

Dans la Grande Région de Montréal, où opèrent les grandes sociétés S.T.C.U.M. (Communauté de Montréal formée de 28 municipalités), S.T.L. (ville de Laval), S.T.R.S.M. (8 municipalités de la Rive-Sud) et une vingtaine de C.I.T. (une centaine de municipalités desservies par divers transporteurs), les effets dits aussi de «débordement» sont estimés -en 1990- à quelques 30 Millions $ par an.

La Figure 8, qui illustre -par la couleur- la trace sur le réseau des déplacements effectués par les résidants des divers quartiers de Laval, fait montre de la capacité de l'approche totalement désagrégée à apprécier des phénomènes de transport auparavant considérés comme non discriminables.

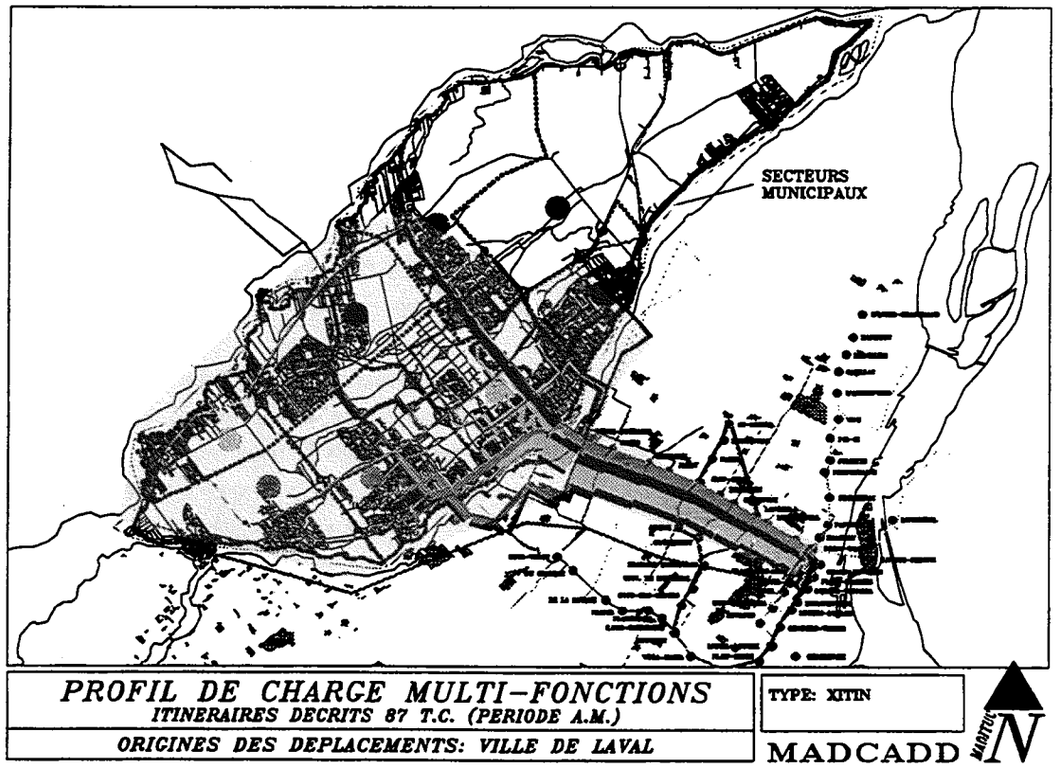


Figure 8 : Dispersion des déplacements effectués par les résidants des divers quartiers de Laval

4. QUATRIEME MOUVEMENT (VIVACE) : MODELISATION ORIENTEE OBJET, GEOMATIQUE, SYSTEME D'INFORMATION A L'USAGER, DISSEMINATION SUR INTERNET

L'évolution de l'approche totalement désagrégée a été marquée par une réingénierie globale de la démarche d'analyse des transports urbains [29]. L'élagage du découpage zonal, la disparition de la notion de matrice Origine-Destination, le

renversement des relations «données-opérateurs de calcul» ont tour à tour contribué au remplacement de la notion de modèle par la notion de système d'information. Ce qui a pour effet de diminuer l'effet de fixation du processus de planification sur les données ! Aujourd'hui, on sait mieux aborder les instruments de planification comme devant s'inscrire dans un système d'information intégré et cohérent comprenant, de manière indissociable, cinq composantes dimensionnelles [3] :

1. le personnel technique professionnel, responsable des arbitrages de connaissance, investi des problématiques de transfert technologique -«le médium est le message»-, et rompu aux défis de tutelle intellectuelle et politique ;
2. le milieu traditionnel des procédures -le milieu institutionnel-, dont la structure est souventes fois changeante, dans lequel et par lequel doit s'enchâsser la continuité des processus techniques d'analyse, gardien de la qualité et donc, de la valeur des instruments ;
3. le matériel informatique, élément technologique amplificateur indissociable des autres éléments du système d'information ; matériel à choisir selon les normes les plus répandues, cet équipement doit soutenir tout autant les activités de traitement et d'analyse que les actions de dissémination de résultats ;
4. les logiciels génériques et d'application, qui constituent l'essentiel des interfaces de pilotage autorisant la mise en forme de la valeur ajoutée des bases de données et de la créativité des planificateurs-analystes ;
5. les bases de données relationnelles eu égard au TERRITOIRE d'étude, aux RESEAUX d'intérêt et à l'appréciation de la DEMANDE dans un environnement de mieux en mieux circonscrit par des données démographiques, socio-économiques et géomatiques.

Au-delà de ces concepts, une exploitation avancée des enquêtes de déplacements urbains fait appel à une analyse systémique comportant une plus grande valeur ajoutée. Dans un premier temps, il faut considérer la réalisation d'interfaces structurées avec d'autres sources de données, telles celles provenant des recensements nationaux (StatCan au Canada). De 200 à 500 nouvelles variables, à caractère démographique et socio-économique peuvent alors être convenablement couplées -spatialement par le biais du code postal (côté d'îlot)- au ménage enquêté ; en outre, toute autre information, possédant un lien par caractère spatial fin, peut être aménagée de manière à contribuer à l'enrichissement des données.

D'abord, l'application de «logiques dans l'analyse des chaînes de déplacements» permet de dériver de nouveaux objets-entités (statut des travailleurs, automobiles hors résidence). Ensuite le traitement «téléologique» de ces objets, dans un univers de motifs-destinations, génère de nouveaux objets-entités dérivés tels que emplois, inscriptions scolaires, espaces de stationnement, attractions-loisirs, etc.

Ce faisant, il devient possible de dériver des cartes d'activité (d'utilisation du sol) appréciées en termes de mobilité observée. La Figure 9 montre le cas du centre-ville de Montréal pour les institutions hospitalières, universitaires et commerciales

[27]. En allant plus avant, une analyse détaillée des générateurs/attracteurs de déplacements, par catégorie d'activité est permise alors que des variables subsidiaires (âge, sexe, motif) viennent confirmer les fonctions urbaines de ces entités, beaucoup mieux que ne le peuvent les manuels classiques d'analyse de génération des déplacements. La Figure 10 illustre le type d'informations dérivées d'une étude détaillée de la clientèle d'un hôpital [31].

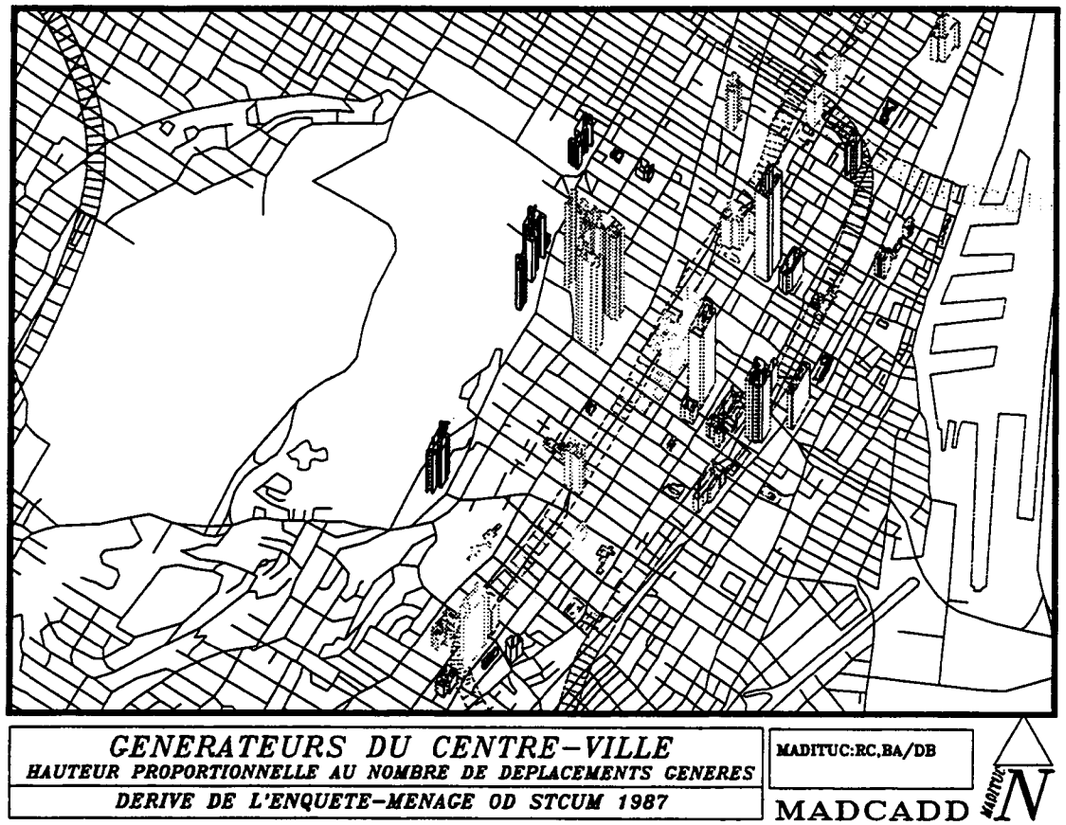


Figure 9 : Le centre-ville de Montréal, en termes de destinations-entités

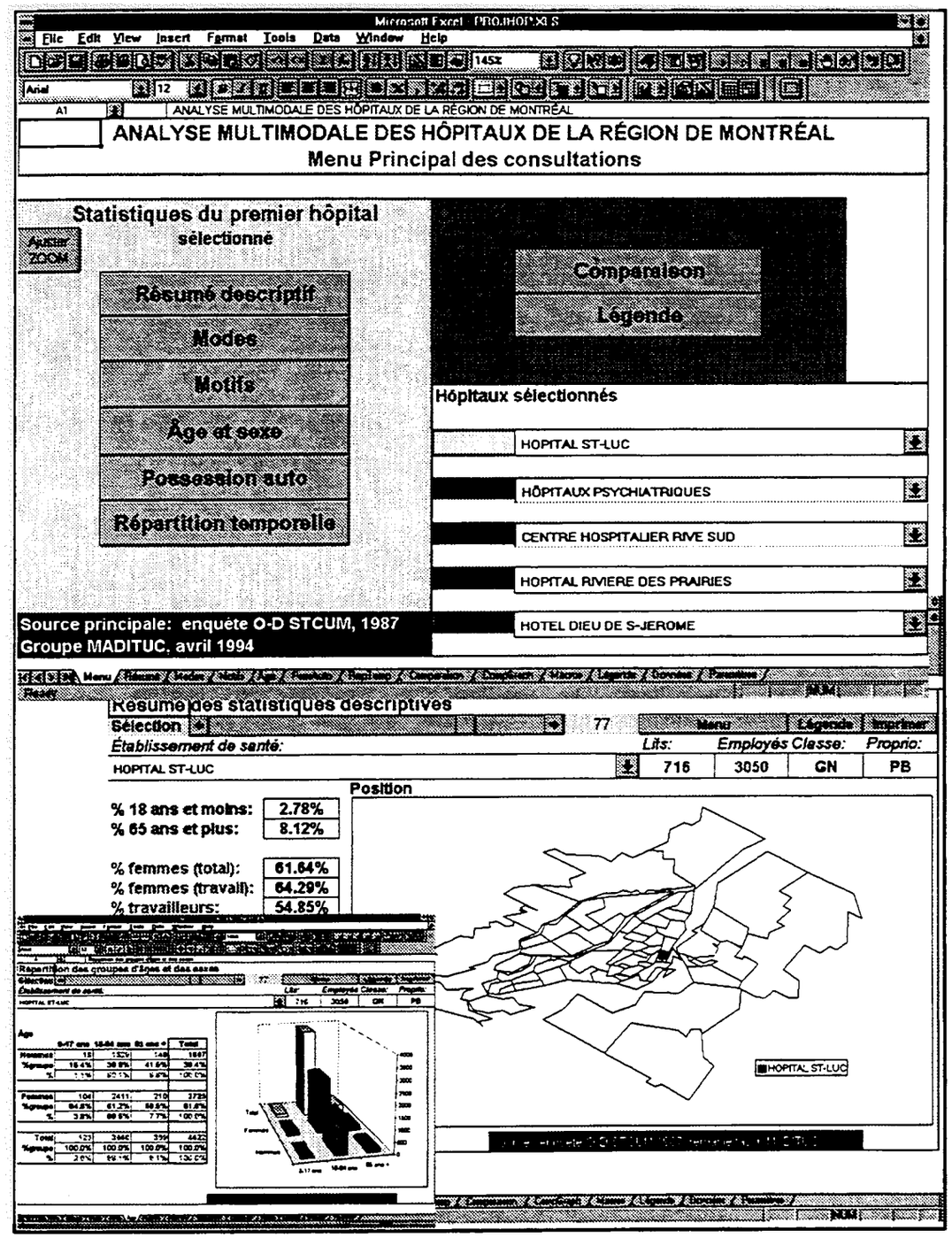


Figure 10 : Un hôpital sous toutes ses coutures (MADGEN)

En guise de résumé de ces apports méthodologiques, le diagramme de la Figure 11 explicite l'architecture des relations nécessaires à la Modélisation Orientée Objet de MADITUC (MOOM).

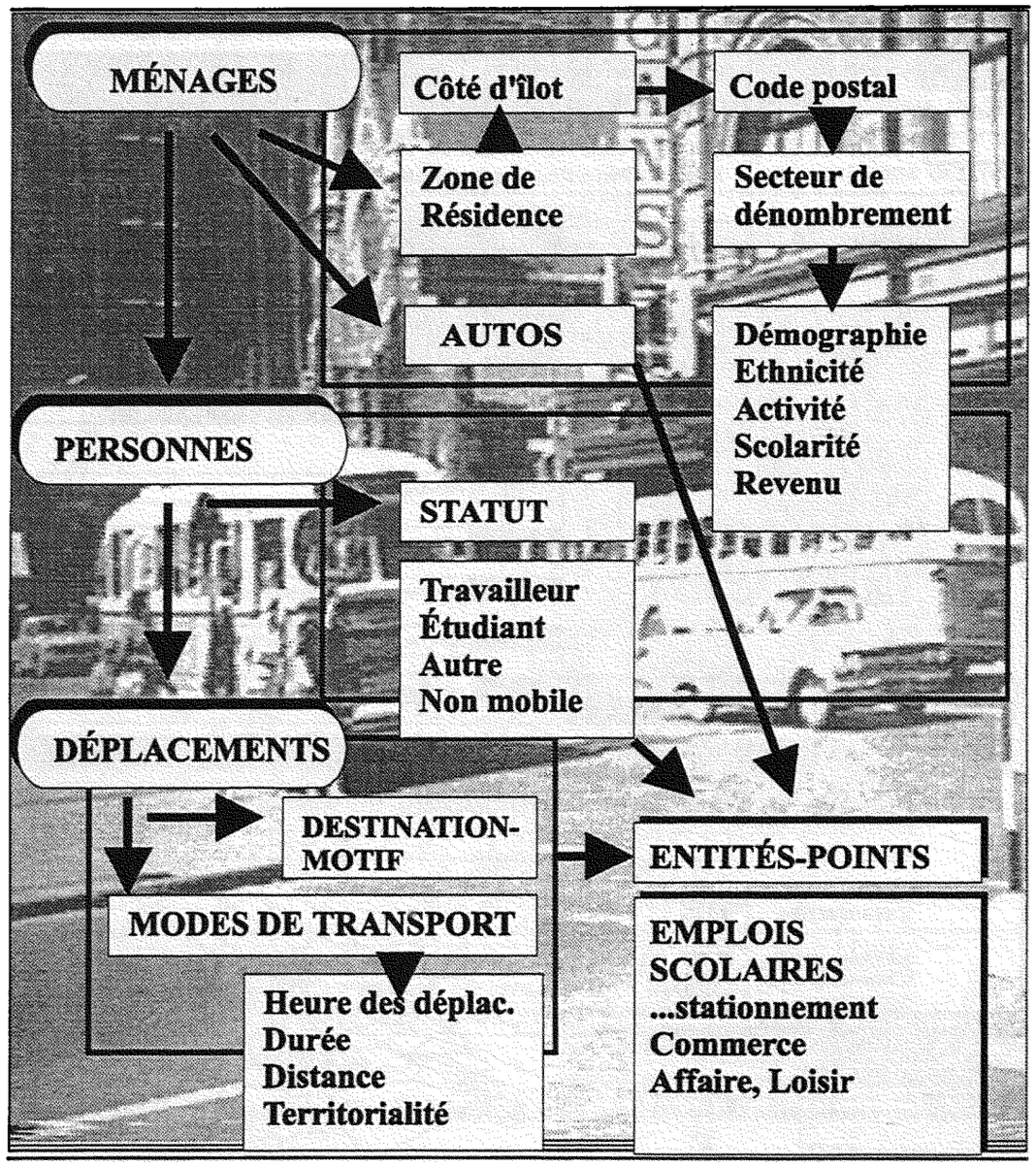


Figure 11 : Architecture conduisant à la MOOM (modélisation orientée objet de MADITUC)

La prise en considération de sources externes de données à un niveau de résolution spatiale propre au côté d'îlot -code postal-, amène inévitablement l'incorporation de données de plus en plus fines, telles que les adresses, les rues, les intersections et les monuments-générateurs-attracteurs de déplacements.

En guise de rétroaction, ces dernières bases de données sont alors incorporées aux algorithmes de géocodification des enquêtes O-D, bouclant ainsi la «cohérence» du cycle DONNEES-MODELE. A ce niveau de précision, les moyens et interfaces interactives peuvent aussi servir à des fonctions de moins en moins virtuelles. D'où la possibilité que des instruments d'analyse et de modélisation arrivent à un niveau de réalisme tel qu'ils deviennent des outils contribuant à l'information réelle des usagers de transport [30].

En effet, le dernier épisode des projets du groupe MADITUC concerne le projet TRAJET développé lors de l'informatisation du Centre de Renseignement Téléphonique AUT-OBUS au service des Usagers du Transport en Commun à Montréal. A cette occasion, il a été nécessaire de raffiner les outils, jusqu'alors utilisés pour la géocodification des points d'origine et de destination des déplacements enquêtés ainsi que pour leur simulation, afin de les rendre praticables dans un contexte de temps réel, avec un budget de moins de 3 secondes pour établir les meilleurs itinéraires à emprunter sur le réseau de transport collectif, à toute heure (pointe, creuse, soir, nuit) de quelque jour (semaine, samedi, dimanche, jour férié) que ce soit. En outre, comme l'usager vit avec un univers temporel vérifiable, le système d'information doit comporter les éléments suivants :

- une géomatique complète en ce qui concerne les appellations faisant référence à toute localisation spatiale (adresses, rues, intersections, monuments et

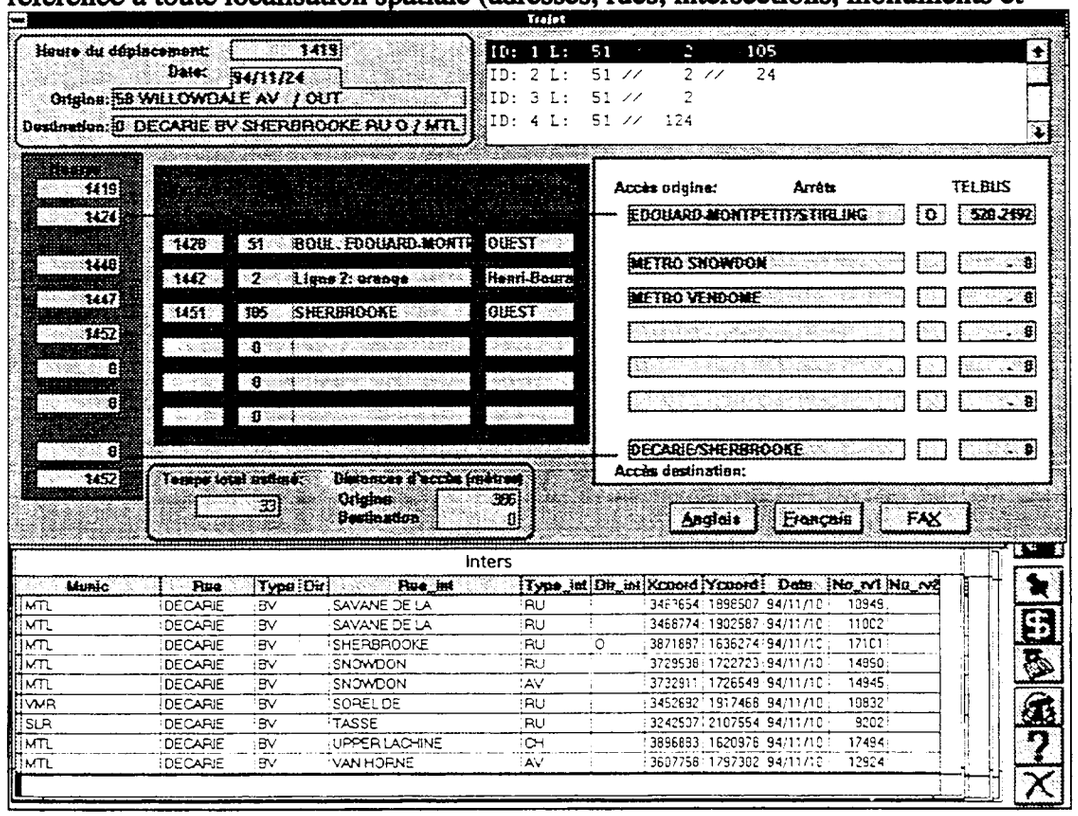


Figure 12a : Projet TRAJET - Ecran de base

places, employeurs, codes postaux, points de vente des titres de transport, stations et gares) ;

- une définition du réseau de transport à géométrie variable (selon l'heure et la journée du déplacement), spécifié au niveau de l'arrêt d'autobus ;
- une définition du réseau d'accès (trottoirs et passages piétonniers) permettant un calcul précis de la marche ;
- un algorithme de calcul des plus courts chemins autorisant une spécification des impédances compatibles avec les desiderata de certaines catégories d'usagers ;
- une appréciation des résultats en termes des horaires planifiés des véhicules en chaque point du réseau, ce qui exige la connaissance d'une «chronomatique» complète des mouvements de véhicules ;
- un enveloppe à caractère pédagogique facilitant le transfert technologique tout en réalisant de nouveaux liens avec d'autres sources traditionnelles de données (cartes de quartier, horaires de train etc.).

A cet égard, la Figure 12 illustre quelques uns des écrans du système d'information à l'usager, lequel constitue parallèlement un système «corporatif» d'information à intégration (géomatique, planificatif, opérationnel, chronomatique, marketing) cohérente parce que construit à partir d'une vision planificatrice du transport urbain.

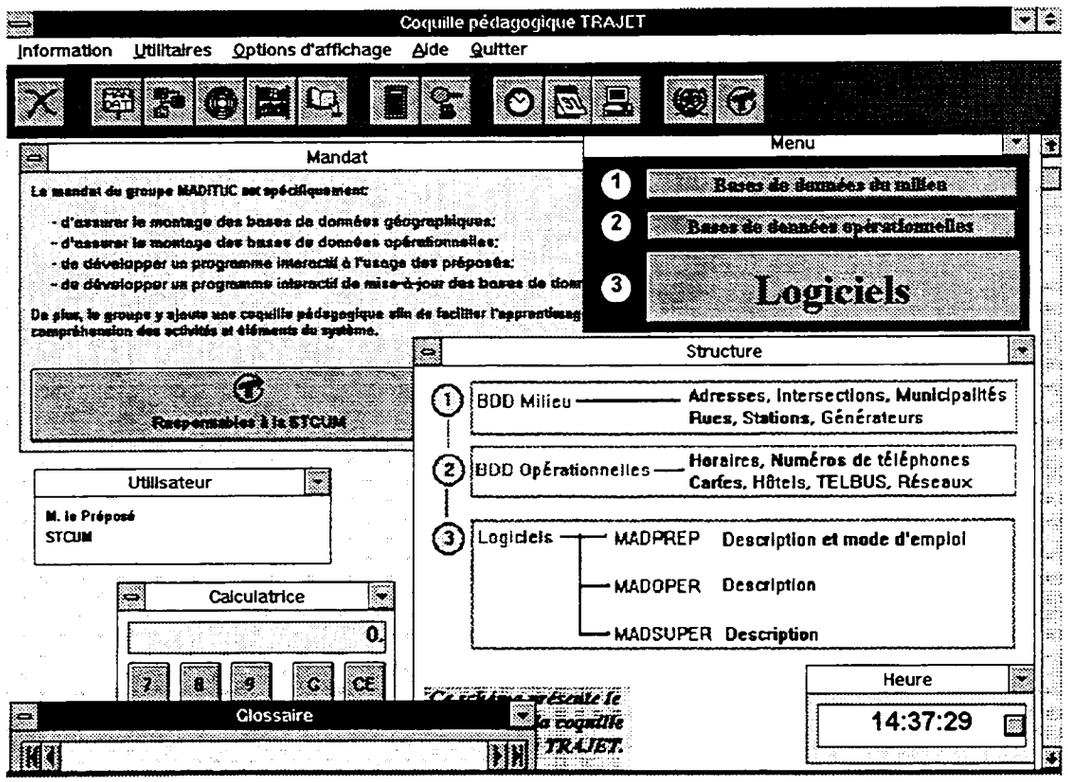


Figure 12b : Eléments périphériques du système TRAJET

A ce stade, en outre, les moyens récents de communication (réseaux locaux, Internet -WWW) ont multiplié les besoins d'informations cohérentes («vivantes», donc «centralisées») à tous les niveaux tant de l'entreprise que des diverses clientèles du transport urbain. Les synthèses de données d'enquêtes telles que celles effectuées avec les outils MADEOD et MADGEN se doivent d'être disséminées de manière interactive [32]. Les Figures 13 et 14 en illustrent quelques éléments, lesquels peuvent être examinés plus en profondeur sur le site World Wide Web «http://www.transport.polymtl.ca».

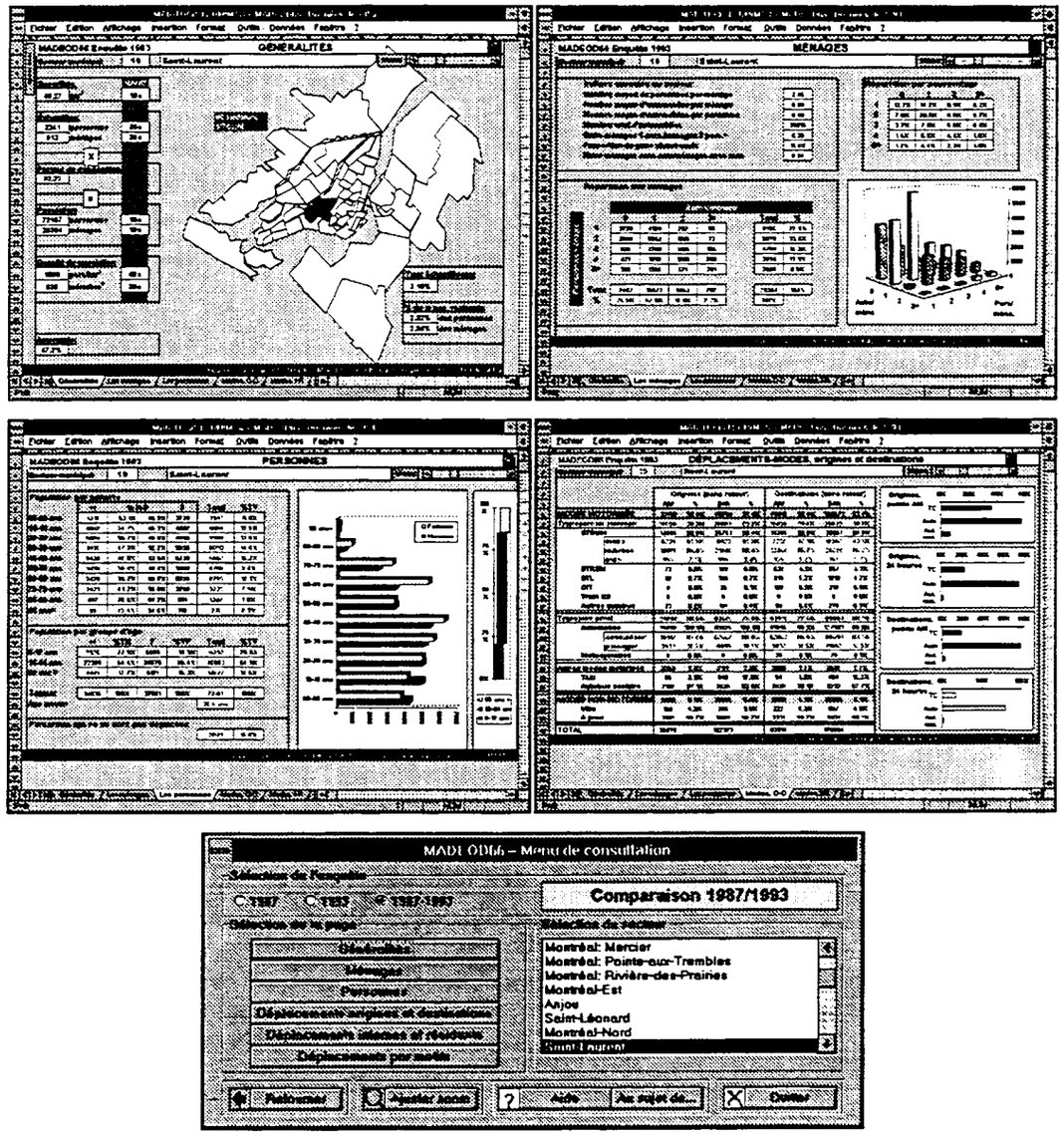


Figure 13 : Données de mobilité, selon MADEOD

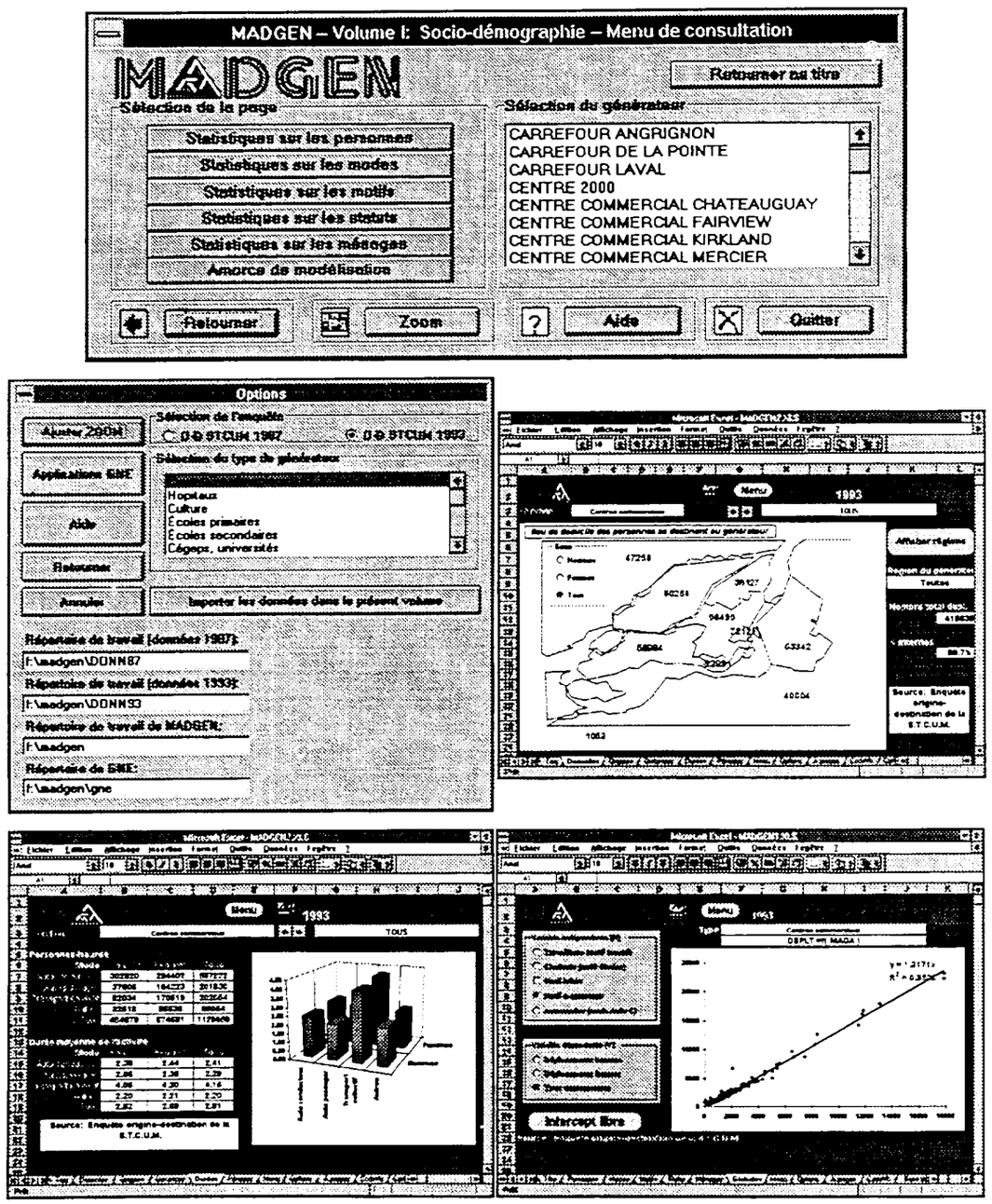


Figure 14 : Exemple d'analyse de générateur, selon MADGEN

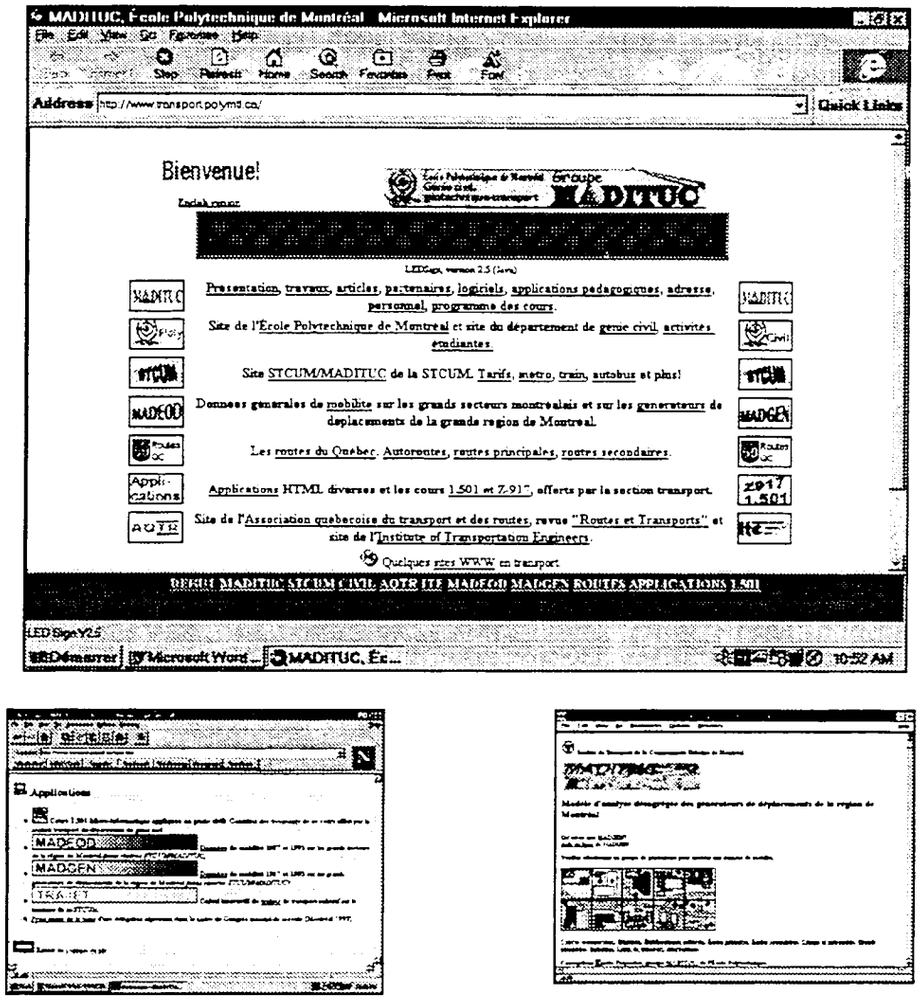


Figure 15 : Site World Wide Web "http://www.transport.polymtl.ca"

CONCLUSION

Portées par une évolution fulgurante de la technologie informationnelle, les enquêtes de déplacements urbains à Montréal ont constitué tout à la fois un instrument privilégié de transport urbain -à un moment stratégique de l'histoire institutionnelle de Montréal- et un laboratoire unique d'appréciation de la mobilité des personnes. Le caractère téléphonique a pu engendrer une fondation informationnelle solide par le grand nombre de données, le caractère informatique a permis de les traiter avec efficacité, le caractère géomatique en assure une précision confortable tandis que le caractère chronomatique affirme le réalisme crédible nécessaire à son acceptation par tous les intervenants.

Il peut être retenu de la démarche méthodologique de Montréal que tous les usages cités ont procédé d'une mixture relativement complexe formée d'abord de

questions de planification, d'analyse, d'exploitation, de politique, d'information... nécessitant un appui de la part de modèles renouvelés, de plus en plus désagrégés, soutenus par une technologie informatique populaire (de masse) impliquant une structure adaptative des moyens utilisés.

A maints égards, cet ensemble constitue une chimie technico-culturelle que les professionnels des transports (analystes, planificateurs, décideurs, chercheurs) ne peuvent se permettre d'ignorer plus avant.

REMERCIEMENTS

Doivent être soulignés ceux par qui les multiples usages des enquêtes O-D ont paru pertinents, valides et pragmatiques. Ce sont les partenaires-souteneurs du groupe MADITUC : **STCUM** (Société de Transport de la Communauté urbaine de Montréal - Direction exécutive de la Planification et de l'action commerciale), **MTQ** (Ministère des transports du Québec - Direction générale du transport des personnes et des marchandises, Service des modèles et des bases de données), **TTC** (Toronto Transit Commission, Direction de la planification des services), **WTD** (Winnipeg Transit Department, Service de la planification opérationnelle), **STL** (Société de Transport de Laval, Direction de la planification), **STRSM** (Société de Transport de la Rive-Sud de Montréal, Direction de la planification), **STCUQ** (Société de Transport de la Communauté Urbaine de Québec, Direction des services à la clientèle).

Il faut aussi souligner la contribution singulière des assistants essentiels qui constituent l'équipe MADITUC à l'École Polytechnique de Montréal, à savoir **Bruno Allard** -spécialiste des bases de données et des applications informatiques-, **Pierre Lavigueur** -spécialiste de la modélisation et de l'exploitation des données d'enquête-, **Daniel Bergeron** -spécialiste en édition technique interactive-graphique-, **Martin Trépanier** -spécialiste en documentation multimédia et applications géomatiques-.

En outre il faut mentionner les apports réels mais moins fortement identifiables de toute une communauté de professionnels et étudiants de grades supérieurs qui, à divers titres, ont interagi avec le système MADITUC. Enfin, il faut remercier aussi les organismes **CRSNG** (Canada) et **FCAR** (Québec) qui, par leurs bourses et subventions, ont permis que de nombreux intervenants s'intéressent et contribuent à l'avancement des connaissances dans ce domaine.

BIBLIOGRAPHIE

Enquêtes origine-destination montréalaises et technologie impliquée

[1] ALLARD B, CHAPLEAU R (1991), MADIGAS : Système d'Analyse Interactif-Graphique de MADITUC, Exposé des communications, *26ième congrès AQTR*, Québec, pp. 218-237.

[2] ALLARD B, GRONDINES J, CHAPLEAU R (1992), SIGGAR - Système Interactif et Graphique de Gestion et d'Analyse des aRrêts, Exposé des communications, *27ième congrès AQTR*, Sherbrooke, pp. 283-303.

[3] CHAPLEAU R (1991), La Planification et l'Analyse des Systèmes de Transport Urbain : un bilan des méthodes et modèles disponibles avec l'approche désagrégée, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, N° 24/1991, Editions Paradigme, pp. 27-51.

[4] CHAPLEAU R, ALLARD B, LEBEAU L (1986), Embryon d'un Système Expert pour le transport collectif urbain, Exposé des communications, *21ème congrès AQTR*, Québec, pp. 171-197.

[5] CHAPLEAU R, TROTTIER P (1979), L'utilisation du modèle d'affectation TRANSCOM dans la planification opérationnelle d'un réseau de transport en commun, *Routes et Transports*, N° 23, Montréal, pp. 23-31.

[6] COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE MONTREAL (1972), Enquête origine-destination régionale 1970 : Méthode d'enquête, Généralités et déplacements, Modèles mathématiques, Service de la planification, Montréal, 320 p.

[7] COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE MONTREAL (1975), Mobilité des montrélais - Enquête origine-destination régionale 1974, Service de la planification, Montréal, 99 p.

[8] COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE MONTREAL (1979), Mobilité des montrélais - Enquête origine-destination régionale 1978, Service de la planification, Montréal, 99 p.

[9] COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE MONTREAL (1983), Mobilité des personnes dans la région de Montréal - Enquête origine-destination régionale 1982, Service de l'aménagement du réseau, Montréal, 141 p.

[10] DIAL RB (1976), Urban Transportation Planning System: Philosophy and Function, *Transportation Research Record*, N° 599, Transportation Research Board, Washington, pp. 60-64.

[11] SOCIETE DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE MONTREAL (1989), Mobilité des personnes dans la région de Montréal - Enquête origine-destination régionale 1987, Direction exécutive de la planification et de l'action commerciale, Montréal, 145 p.

[12] SOCIETE DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE MONTREAL, MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC (1995), Mobilité des personnes dans la région de Montréal - Enquête origine-destination régionale 1993, Division information réseau (STCUM) et Service de la modélisation et des bases de données (MTQ), Montréal, 166 p.

Affectation des déplacements sur un réseau (volet 1)

[13] CHAPLEAU R, ALLARD B (1992), L'ère des systèmes d'information fondés sur une analyse désagrégée pour la prise de décision en transport urbain, Compte

Rendu, Volume 3, *congrès annuel de l'Association des Transports du Canada*, Québec, pp. B3-B23.

[14] CHAPLEAU R, de CEA J (1983), La Perception de l'Offre par les Usagers du Transport en Commun, sous la perspective d'un modèle d'affectation, *Routes et Transports*, N° 36, Montréal, pp. 12-20.

[15] DAWSON WR, CHAPLEAU R (1989), Use of the MADITUC Model for Service Planning at the TTC, Exposé des communications, Volume 3, conférence annuelle *«Routes et Transport du Canada»*, Calgary, 15 p.

[16] FLORIAN M, CHAPLEAU R, NGUYEN S, ACHIM C, JAMES-LEFEBVRE L, GALARNEAU S, LEFEBVRE J, FISK C (1979), Validation and Application of an Equilibrium-Based Two-Mode Urban Transportation Planning Method (EMME), *Transportation Research Record* 728, Transportation Research Board, Washington, pp. 14-23.

Effets socio-démographiques et modélisation (volet 2)

[17] ALLARD B, CHAPLEAU R (1993), Mobilité comparée des ménages urbains, périurbains et suburbains, Présenté au *28ième congrès AQTR*, Ste-Adèle, 9 p.

[18] CHAPLEAU R (1991), Socio-Démographie Suburbaine et Transport Urbain : Tendances Récentes, Exposé des communications, *6ième Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacements (IATB)*, Québec, pp. 175-190, Tome II.

[19] CHAPLEAU R, ALLARD B, PRIMEAU JP, GRONDINES J (1994), L'état de l'intermodalité dans le transport des personnes de la grande région de Montréal d'après la dernière enquête origine-destination, Exposé des communications, *29ième congrès AQTR*, Valleyfield, pp. 322-338, Tome II.

[20] CHAPLEAU R, GIRARD D (1986), Effects of Population Aging and Urban Dispersion on the Use of Urban Transport in the Future, *Congrès mondial sur la recherche en transport (WCTR)*, Vancouver, 20 p.

[21] CHAPLEAU R, LAVIGUEUR P (1990), Spatial and Temporal Trends Affecting Usage, based on the Montreal case -study for the Canadian Urban Transit Association's Socio-demographic Trends project Technical Committee, Ottawa, 124 p.

[22] CHAPLEAU R, LAVIGUEUR P, LEMAY C (1994), Projection de la demande de transport des personnes à un horizon de 20 ans, Exposé des communications, *29ième congrès AQTR*, Valleyfield, pp. 363-384, Tome II.

[23] NOEL M, CHAPLEAU R (1987), Modification d'un Réseau de Transport Collectif et Répartition Modale, Exposé des communications, *22ème congrès AQTR*, Hull, pp. 231-235.

Effets financiers dans un contexte géopolitique (volet 3)

[24] CHAPLEAU R (1989), A Planning Tool to Study Public Transport Financing Issues, Exposé des communications, Volume 3, conférence annuelle *«Routes et Transport du Canada»*, Calgary, 18 p.

[25] CHAPLEAU R (1991), Mesure de la redistribution des bénéfices et des coûts associés à un réseau de transport en commun, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, N° 23/1991, Editions Paradigme, pp. 39-52.

[26] CHAPLEAU R, NOEL M, CHAGNON G (1991), Méthode analytique pour l'étude des effets financiers des déplacements interréseaux en transport en commun : cas de Montréal, Présenté au *26ième congrès AQTR*, Québec, 20 p.

Modélisation orientée objet, géomatique, système d'information à l'usager, dissémination sur Internet...

[27] CHAPLEAU R (1995), Trip generation models and activity-based maps derived from an origin-destination survey within a totally disaggregate approach framework, *Transportation Research Board annual meeting*, Washington, 17 p.

[28] CHAPLEAU R (1995), Urban goods movement planning: an informational approach for modelling, *Septième Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports (WCTR)*, Sydney, 14 p.

[29] CHAPLEAU R (1992), La modélisation de la demande de transport urbain avec une approche totalement désagrégée, «Selected Proceedings», Volume II, de la *sixième Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports (WCTR)*, Lyon, pp. 937-948.

[30] CHAPLEAU R, ALLARD B (1995), Calcul des trajets en transport en commun par un S.I.G. particulier, *Septième Conférence internationale sur la Géomatique*, Ottawa, 17 p.

[31] CHAPLEAU R, TRÉPANIER M (1994), Méthodologie d'analyse multimodale des grands générateurs de déplacements : cas des hôpitaux de Montréal, Exposé des communications (Tome 1), *29ième congrès A.Q.T.R.*, Valleyfield, pp. 368-386.

[32] CHAPLEAU R, TRÉPANIER M, LAVIGUEUR P, ALLARD B (1996), Origin-Destination Survey Data Dissemination in a Metropolitan context: a Multimedia Experience, Présenté au *75ième Transportation Research Board annual meeting*, Washington, 19 p.

LES ENQUETES MENAGES FRANCAISES

Marie-Odile Gascon
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, Lyon

Les enquêtes sur les déplacements auprès des ménages constituent l'un des outils d'évaluation des politiques locales de transport, en particulier lors de la mise en place d'un transport collectif en site propre (ex : restructuration de réseau de transports collectifs urbains, mise en place d'un tramway, ouverture de lignes de métros...) ou d'infrastructures routières sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat. Elles sont utiles tant a priori (programmation) qu'a posteriori (mesure des effets).

Ces enquêtes sont aussi un outil de prospective à moyen et long terme : connaissance des tendances lourdes de la mobilité tous modes, fourniture de paramètres de comportements pour alimenter les modèles de prévision de la mobilité. Elles constituent plus particulièrement un outil de programmation d'infrastructures, au niveau local, tous modes de déplacements confondus. En particulier par la connaissance des pratiques de déplacements et des facteurs explicatifs de ces pratiques.

1. LA METHODE

1.1. Pourquoi l'Etat et les collectivités publiques ont-ils besoin d'un outil objectif d'évaluation des politiques locales de transport ?

En 1982, depuis la décentralisation, le pouvoir des collectivités locales a été considérablement renforcé, en matière de transports comme dans d'autres domaines. La Loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI) a précisé les responsabilités de chacun. Aujourd'hui, ce sont les collectivités locales qui élaborent leur politique de transport et qui en assurent le financement. En particulier une évaluation socio-économique préalable est obligatoire, ainsi qu'un bilan cinq ans après la mise en service, lors de la construction d'un transport collectif en site propre.

L'Etat intervient toujours, en tant que maître d'ouvrage des infrastructures routières et aussi en subventionnant des investissements dans le domaine des transports collectifs urbains. C'est pourquoi il se doit de mettre en place des moyens objectifs d'évaluer la pertinence de son engagement dans de telles opérations.

Cet outil doit avant tout être fiable, assurer la comparabilité des données dans le temps (par exemple, avant et après la construction d'un tramway) et dans l'espace (comparer l'efficacité de différentes politiques de déplacements).

Comment y parvient-on ? Les enquêtes sur les déplacements auprès des ménages, qui sont reconnues comme fiables et rigoureuses par l'Etat pour ses propres usages -et donc validées comme telles- sont réalisées selon une

méthodologie commune établie par le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU) et adoptée par toutes les villes réalisant ces enquêtes. Compte tenu de l'utilisation qu'il fait des résultats pour ses propres projets, l'Etat finance jusqu'à 50 % du coût d'une telle enquête.

Dans ce cas, afin de s'assurer du respect de cette méthodologie, il s'appuie sur son réseau technique assurant sa diffusion et sa bonne application, les Centre d'études techniques de l'équipement (CETE) prêtant leur concours aux collectivités locales sous forme d'assistance et de conseil.

Pourquoi un recueil de données sur l'ensemble des déplacements, tous modes confondus, dans la perspective d'une évaluation tournée parfois vers des projets routiers nationaux mais souvent vers les transports collectifs ?

Mesurer l'efficacité d'un tramway, d'un métro, d'une restructuration de réseau, implique de bien connaître la situation avant, pour l'évaluation préalable et après, pour le bilan. L'évolution de la clientèle des différents modes permet de chiffrer les transferts d'un mode à l'autre, les gains ou les pertes de «clientèle» de chaque mode et ainsi d'évaluer la politique mise en oeuvre et son impact sur les répartitions modales.

L'état assure conjointement avec les collectivités territoriales, l'élaboration et la mise en oeuvre de la politique globale des transports. Dans ce cadre, la loi d'orientation des transports intérieurs, du 30 décembre 1982, précise : «Le développement de l'usage des transports collectifs de personnes revêt un caractère prioritaire. Cet usage doit être encouragé».

Afin de mener à bien cette mission, l'Etat et les collectivités publiques doivent disposer, en particulier, d'informations sur la répartition modale des déplacements urbains. Ceci, afin d'en mesurer l'évolution au regard des politiques adoptées et d'en tirer les enseignements correspondants. En effet, les modes alternatifs à la voiture particulière sont un élément important de structuration de la ville.

1.2. Comment utilise-t-on les enquêtes ménages pour faire de la prospective ?

Evaluer les tendances lourdes de la mobilité permet de faire de la prospective à long terme. Cela ne permettra jamais de prédire l'avenir, mais plutôt de fournir des scénarios pour le futur, au fil de l'eau, c'est-à-dire «si la tendance générale se poursuit, toutes choses égales par ailleurs». Cette prospective s'appuie sur des données chiffrées mais qui renseignent tout autant sur les comportements que sur les flux de déplacements eux-mêmes. Dans un objectif de programmation d'infrastructures au niveau local, les enquêtes ménages nous informent par exemple sur le volume des déplacements vers le centre ville, ou de périphérie à périphérie. Elles permettent ainsi d'appuyer les choix de planification sur des données objectives. Par exemple, pour la desserte du centre-ville par les transports collectifs,

les solutions à trouver pour les déplacements de rocade, ou l'aménagement des voiries pour les deux-roues ou les piétons.

La mobilité générale évolue peu ; c'est surtout la répartition entre les modes de déplacements qui change. Il est donc important, là encore, de recueillir **tous** les déplacements des enquêtés.

Même si des écarts existaient (4,14 déplacements quotidiens par personne en 1988 à Reims, 3,24 à Lyon en 1985), la tendance des années récentes est vers une stabilisation du nombre de déplacements autour de 3,5 à 4 personnes et par jour.

Ainsi, l'enquête nationale transports de 1993-1994 indique que chaque personne effectue en moyenne 3,24 déplacements par jour, si l'on ne tient compte que des déplacements de semaine.

La mesure de cet indicateur est strictement identique dans les «enquêtes-ménages». Et les chiffres sont du même ordre de grandeur : 3,58 déplacements quotidiens à Grenoble en 1992, 3,05 à Amiens en 1991, 3,28 à Nantes en 1990 etc.

Dans les enquêtes sur les déplacements auprès des ménages, le recueil porte également sur des données socio-économiques des personnes interrogées.

Cela permet d'en déduire des «lois de comportements» en fonction de ces données socio-économiques. Ceci est fondamental pour faire des prévisions à l'aide des modèles classiquement utilisés en France. Ce sont des modèles agrégés à quatre étapes.

La constitution de la matrice «origines-destinations» ne se fait pas en prenant directement les données issues des enquêtes-ménages car elles sont trop imprécises sur un découpage fin. Compte tenu du taux de sondage, de nombreuses «cases» sont vides ou n'ont aucune signification statistique. De plus, la matrice obtenue n'est pas projetable à moyen ou long terme : c'est une situation à un instant donné, aucune prévision de trafic à ces échéances ne peut donc être réalisée puisqu'il est indispensable, pour cela, de disposer de lois de comportement. Dans quelques cas de prospective à plus court terme (5 ans), il arrive que l'on utilise les données «brutes» de la matrice, en ne retenant que les marges. On projette cette matrice en tenant compte d'un facteur d'évolution de type «sociologique». On a donc besoin, en complément des origines-destinations, de données socio-économiques pour déterminer ce facteur. Ces données sont généralement issues des enquêtes-ménages.

C'est pourquoi la construction de cette matrice se fait en quatre étapes :

1. la génération : pour chaque zone du découpage choisi, on calcule les «marges» de la matrice, c'est-à-dire le nombre de déplacements qui en partent (émission) et qui y arrivent (attraction).

Pour cela, on applique des fonctions de mathématiques de génération qui utilisent certaines caractéristiques des zones (population, emplois, équipements...).

Ce sont les enquêtes ménages qui permettent de déterminer ces fonctions et d'en caler les paramètres.

2. la distribution : les marges sont «distribuées» à l'intérieur de la matrice : vers quelles zones se dirigent les déplacements émis et de quelles zones proviennent les déplacements attirés ?

Les fonctions qui réalisent cette distribution sont définies et calibrées à partir des résultats des enquêtes ménages.

Les modèles le plus souvent utilisés sont des modèles gravitaires, d'émission et d'attraction réciproque des zones en fonction de leur population et de leur emploi, ainsi que d'une «fonction de résistance» proportionnelle au temps de déplacement d'une zone à l'autre.

3. la répartition modale : sur chaque «origine-destination», les déplacements sont répartis entre les différents modes de transports. Non pas à partir de résultats bruts d'enquêtes mais à partir de résultats agrégés. Cette répartition est faite selon l'offre de transport entre deux zones et de la demande résultante issue des observations des enquêtes ménages.

4. la répartition horaire et l'affectation : les modèles travaillant sur une période de pointe, généralement celle du soir. Là encore, c'est l'enquête ménage qui permet d'estimer les «coefficients de pointe» de chaque flux, voitures particulières ou transports collectifs.

Pour chacune des quatre étapes, le processus est décomposé par motif de déplacement.

En résumé, les résultats bruts des enquêtes ménages sont rarement utilisés de manière directe pour la modélisation. Ils sont analysés et agrégés pour définir des lois de comportement liées aux caractéristiques des zones. Ce sont ces lois qui permettent de faire fonctionner le modèle.

Enfin, on peut faire fonctionner ces modèles y compris sur des agglomérations qui ne disposent pas d'enquêtes ménages.

Les paramètres des lois sont alors estimés à partir d'autres enquêtes ménages, en prenant en compte les données sur des agglomérations comparables.

L'une des raisons de la lourdeur des enquêtes ménages est le choix de recenser tous les déplacements, y compris ceux réalisés à pied. Les modèles utilisés sont souvent monomodaux. Alors, pourquoi ne pas se limiter aux seuls déplacements «utiles», par exemple le déplacement en voiture, pour un modèle routier ?

Cela serait en effet suffisant pour reconstituer la situation au moment de l'enquête. Mais ce serait tout à fait insuffisant pour effectuer des prévisions à moyen ou long terme.

Car ces prévisions passent d'abord par des hypothèses d'évolution de la mobilité. Or, l'analyse de la mobilité ne peut se faire sur un seul mode. En effet, les

évolutions sont avant tout le fait de transferts modaux. Prévoir, par exemple, la part modale de l'automobile dans les dix ans à venir, à partir de la croissance de la mobilité en voiture observée dans les vingt dernières années, n'aurait aucun sens, les transferts modaux ayant leurs limites.

Le temps de la modélisation en «UVP-km» (unités-voitures particulières-kilomètres) est révolu. De plus en plus, le lien urbanisme-transport est présent. La prise en compte des déplacements dans la planification ne se fait plus de manière purement quantitative. Les comportements de déplacements, liés aux activités et donc à leur localisation, ne peuvent plus être analysés seulement en tant que flux. Les chaînes de déplacement, les choix du mode sont devenus de plus en plus complexes. Ce serait aller à contre-courant que de ne s'intéresser qu'à l'automobile. Dans un contexte de «ville soutenable», les modes alternatifs sont, plus que jamais, un enjeu pour demain.

2. BILAN ET PERPECTIVES

2.1. le bilan

L'objectivité comme l'utilité des résultats des enquêtes sur les déplacements sont largement reconnues par l'ensemble des partenaires impliqués dans le secteur des transports et tout particulièrement par les collectivités locales. Preuve en est que ces enquêtes ne sont pas imposées par l'Etat mais réalisées à la demande des collectivités.

De 1975 à 1995, 48 enquêtes ont été réalisées, toutes comparables, et la demande ne faiblit pas. Dans les trois années à venir, sept enquêtes au moins devraient avoir lieu (Douai, Marseille, Nice, Reims, Strasbourg, Toulon, Valenciennes).

2.2. les perspectives

Les objectifs des enquêtes sur les déplacements resteront, et sans doute pour longtemps encore, les mêmes : essentiellement évaluation et prospective.

Ces enquêtes sont un outil de connaissance de la mobilité en général. A leur origine, elles étaient plutôt utilisées pour la modélisation voiture. Aujourd'hui, elles sont de plus en plus utilisées pour la programmation en transports collectifs.

En cela, elles sont utiles pour la planification à long terme : dix ans environ, délai nécessaire pour qu'un tramway, un métro ou une rocade voie le jour (de l'étude à la mise en service).

La méthode restera le face à face dans les prochaines enquêtes. La passation par téléphone a été envisagée et des expériences ont été menées. Il en ressort que :

1. si l'on ne modifie pas les objectifs de l'enquêtes -et la double nécessité de recueillir l'ensemble des déplacements et de collecter des informations socio-économiques n'est pas remise en cause- le recours au téléphone entraîne une diminution des coûts, mais moins importante que l'on ne pense, au regard des inconvénients, dont le principal est cité ci-dessous.

2. les résultats comparés des deux méthodes montrent que si le téléphone permet de reconstituer de manière fiable les déplacements dits «obligés», il n'en est pas de même pour les autres déplacements (autres motifs et secondaires) qui apparaissent sous-estimés. Les déplacements à pied et en deux-roues sont également mal pris en compte.

Ainsi, le téléphone ne semble pas être un substitut efficace au «face à face» pour réaliser les enquêtes ménages (en maintenant les objectifs actuellement assignés à ces enquêtes). Cela ne condamne pas la technique du téléphone mais la réserve à des enquêtes n'ayant pas les mêmes objectifs.

Des recommandations, des exigences, et même peut-être des contraintes, de la part de l'Etat, seront mises en place dans le montage institutionnel de l'opération. Le contrôle du respect de la méthodologie serait assuré par le réseau du Ministère des Transports (CERTU), comme c'est le cas aujourd'hui. Mais la réalisation de l'enquête serait assurée par les services statistiques de l'Institut National de la Statistique (INSEE). Cela éviterait des «interprétations» et des divergences dans la méthode de collecte. l'INSEE, possède un savoir-faire, une expérience et une homogénéité de pratique qui renforcerait la fiabilité et la comparabilité des résultats. De plus, cet institut est le seul à pouvoir utiliser le recensement de la population comme base de sondage, base bien plus fiable et exhaustive que le fichier des abonnés au téléphone par exemple.

La rigueur des enquêtes ménages -que d'aucuns qualifient de rigidité- est en réalité, leur meilleur atout. Les résultats n'en sont jamais contestés, même pas par les collectivités locales elles-mêmes, à qui pourtant ils ne plaisent pas toujours. Perdre un point de part de marché alors qu'on a investi trois milliards de francs dans une ligne de métro n'a rien d'un argument convaincant.

Mais si, en même temps, le nombre de places de stationnement a fortement augmenté en centre-ville, rien d'étonnant à ce que les flux automobiles vers le centre aient progressé eux aussi, réduisant la fréquentation des transports collectifs.

Si, par exemple, une enquête similaire aux enquêtes ménages avait été réalisée sans cadre méthodologique précis, d'une part par l'autorité organisatrice des transports, d'autre part par la ville, les résultats auraient pu être ambigus, les commanditaires ayant été juges et parties... C'est cela aussi que, par leur rigueur, les enquêtes ménages permettent d'éviter.

Ceci n'est qu'un aspect, un peu «médiatique» et réducteur de l'utilisation des résultats des enquêtes ménages. Mais, surtout, elles constituent une base

d'informations précieuses pendant plusieurs années après leur réalisation, pour des études de transport. Par leurs objectifs, elles s'inscrivent plutôt dans le long terme et sont un outil d'observation sur tous les modes de déplacements. Elles représentent pour le domaine des transports ce que le recensement de la population est à la démographie : un recueil de données certes lourd mais une source inégalée d'information qui permet, même de nombreuses années après leur réalisation, leur utilisation pour la prise de décision.

L'Etat ne souhaite pas qu'elles deviennent de simples enquêtes «origine-destination». Rappelons que 63 % des déplacements urbains de province se font en voiture. Il faudrait donc un échantillon considérable pour obtenir des informations fiables pour les modes de déplacements dits «alternatifs» (transports collectifs, deux-roues, marche à pied).

Et, si elles ne devenaient qu'un outil pour collecter les origines et les destinations, elles deviendraient rapidement obsolètes et ne permettraient plus la prospective au-delà du court terme.

En effet, en l'absence (ou presque) de données socio-économiques sur les personnes, les comportements types ne pourraient plus être utilisés pour des projections à moyen ou long terme.

Les «enquêtes ménages» sont un outil au sein de toute une panoplie. Ainsi, afin de connaître des flux routiers pour la construction ou l'aménagement d'infrastructures, on utilisera les enquêtes cordons et des enquêtes «origine-destination» pouvant être réalisées par téléphone. Les enquêtes «aux générateurs» permettent de connaître les flux routiers d'accès à un pôle d'attraction important (université, hôpital etc.) et d'adapter les infrastructures routières adéquates. Les enquêtes «embarquées» dans les transports collectifs donnent des informations sur les flux captés par les transports collectifs urbains. Ainsi, selon l'objectif et les besoins spécifiques, tel outil sera plus adapté que tel autre. Plutôt qu'un outil à tout faire, l'accent est mis sur l'efficacité d'**un** outil pour atteindre **un** objectif. D'ailleurs, différents outils sont souvent associés par une même collectivité locale lors d'une étude précédant une prise de décision en matière de déplacements.

La Direction des Transports Terrestres a demandé au CERTU de réaliser un guide méthodologique sur les différents recueils de données. Ce guide devrait permettre aux collectivités locales de connaître la panoplie des outils disponibles en fonction des objectifs poursuivis.

Une demande existe également, de la part des collectivités locales, sur des outils différents. Par exemple, pour élaborer leur politique de transports, les villes moyennes souhaiteraient disposer d'un outil de planification aussi performant que les enquêtes ménages mais plus modeste quant aux objectifs et aux coûts.

Une réflexion plus globale devrait être menée dans les prochaines années par le CERTU afin d'assister ces villes dans leurs études relatives aux déplacements. Un

outil spécifique, avec une méthodologie appropriée verra peut-être le jour à la suite de ce travail.

De même, sous l'influence anglo-saxonne, l'on commence à s'interroger de plus en plus sur les possibilités du téléphone pour la réalisation d'enquêtes. Il semble qu'aujourd'hui le contexte français ne soit pas encore propice à l'expérience sur grande échelle. On peut avancer quelques hypothèses qui contribuent à expliquer cette situation.

D'abord, de nombreuses enquêtes du système statistique public sont réalisées par l'INSEE. Cet institut dispose d'un réseau d'enquêteurs disséminé sur tout le territoire français et piloté par ses directions régionales (22 en France métropolitaine). La qualité de ces professionnels dans les enquêtes en face à face n'est pas contestée, le système donne des résultats satisfaisants. Des améliorations ont été apportées dans la collecte, en particulier par l'utilisation du système CAPI (Collecte Assistée Par Informatique). Mais l'INSEE n'a pas investi plus particulièrement dans d'autres méthodes de réalisation d'enquêtes. Même si quelques enquêtes de l'INSEE, conjoncturelles et donc répétitives mais courtes, sont aujourd'hui réalisées par téléphone.

Par ailleurs, si aux USA, le recours au téléphone a été largement adopté, c'est dans un contexte où les ménages sont de plus en plus réticents à laisser des enquêteurs pénétrer à leur domicile. En France, la situation est différente : l'insécurité est peut-être moindre et le taux de refus aux enquêtes en face à face n'est pas tel que l'on doive s'interroger sur des méthodes de substitution. En revanche, le téléphone est souvent utilisé par les instituts privés de sondages et les entreprises de publicité, d'où une réticence peut-être plus marquée pour ce mode d'enquête.

Enfin, la méthode téléphonique a été utilisée par la Suisse pour son «micro recensement», enquête très similaire aux enquêtes ménages dans les données recueillies. Les coûts sont du même ordre de grandeur, ramenés à l'unité enquêtée, si bien que l'argument financier ne peut être aujourd'hui une incitation au changement de méthode.

BIBLIOGRAPHIE

1. Méthodologie des enquêtes ménages françaises

CETUR (1977), Eléments pour évaluer la précision obtenue dans l'estimation des indicateurs donnés par les enquêtes ménages, Paris, France.

CETUR-CETE (1989), Dossier méthodologique pour la réalisation d'une enquête ménages, Paris, France.

SETRA (1975), Dossier pilote concernant la réalisation des enquêtes «MENAGES», Paris, France.

2. Résultats de base des enquêtes ménages françaises

CETUR (1986), Avignon 1980, Valence 1981, Nantes 1980, Lorient 1982, Belfort 1983, Perpignan 1984, Grenoble 1985, Valenciennes 1985, Paris, France.

CETUR (1990), Angers 1989, Dijon 1988, Lille 1987, Lyon 1985, Marseille 1988, Orléans 1986, Reims 1988, Strasbourg 1988, Toulon 1985, Paris, France.

CETUR (1992), Aix-en-Provence 1989, Bordeaux 1990, Etang de Berre 1990, Mulhouse 1990, Nantes 1990, Toulouse 1990, Paris, France.

CETUR (1992), Amiens 1991, Clermont-Ferrand 1992, Dunkerque 1991, Grenoble 1992, Le Havre 1991, Metz 1992, Nancy 1991, Rennes 1991, Saint-Etienne 1991, Valence 1991, Paris, France.

Communauté Urbaine de Cherbourg (1993), Comment se déplacent les habitants de l'agglomération ?, Cherbourg, France.

SIOTAS (1993), Comment se déplacent les habitants de la région stéphanoise ?, Saint-Etienne, France.

SMTC, Les déplacements des habitants du Territoire de Belfort en 1992, Belfort, France.

SYTRAL-COURLY-Conseil Général du Rhône-Ministère des Transports (1986), Comment se déplacent les lyonnais ?, Lyon, France.

TECHNIQUES VIDEO ET ENQUETES MENAGES DANS LA PLANIFICATION DES TRANSPORTS DANS LES PED : LE CAS DE MARRAKECH

Yves Bussière
INRS-Urbanisation, Institut national de la recherche scientifique, Université du Québec, Montréal
Ron G. Rice
École d'Urbanisme, Université Mc Gill, Montréal
Ahmed Bencheikh
Institut national de statistique et d'économie appliquée, Rabat

1. INTRODUCTION

Les défis que présente la planification des services de transport dans les pays en développement sont de taille et les raisons en sont nombreuses. Tout d'abord, les hauts taux de croissance observés et le rythme auquel s'effectuent les changements nécessitent des procédures et des techniques de planification flexibles et appropriées aux variations des comportements et des conditions socio-économiques. En retour, ceci implique le recours à une information de base capable de décrire adéquatement ces phénomènes d'évolution et de croissance, une information suffisamment détaillée qui permette la formulation et la calibration de modèles d'analyse.

L'objet de cet article est d'étudier l'utilisation de sources de données complémentaires dans le contexte de pays en développement à partir de l'exemple de Marrakech où les auteurs ont mené une enquête ménages à domicile qui fut par la suite complétée par des comptages par vidéo.

Un certain nombre de travaux (Bussière, 1992 ; Madre, al., 1995) démontrent l'importance de l'évolution démographique dans la planification du transport, notamment dans la prospective de la demande et ce type d'approche se prête tout particulièrement aux villes de pays en développement où les changements démographiques sont rapides.

Les modélisations de la demande requièrent une information capable de relier le comportement de transport aux caractéristiques de base des ménages et des individus. La demande en transport peut être mesurée à partir de la mobilité (déplacements par personne ou par ménage) et en termes d'usage de mode (part des déplacements par mode sur le total des déplacements) pour des cohortes de population définies. Plusieurs études de cas ont été faites dans ce sens, tels que celles de Marrakech (Maroc) et Puebla (Mexique) (Bussière, al. (1993) ; Rice, al. (1994) ; Bussière, al. (1995)).

La meilleure façon de recueillir cette information demeure l'entrevue à domicile lors d'une enquête. Cependant, dans les pays en développement, les

procédés d'échantillonnage pour effectuer des entrevues lors d'enquêtes peuvent devenir problématiques en raison notamment de l'inadéquation des bases de données des recensements de population. Dans ce contexte il semble donc falloir innover et développer de nouvelles méthodes de cueillette de données. Notre objet ici est d'expliciter une approche particulière utilisant la technologie vidéo et susceptible de rencontrer ces objectifs méthodologiques.

Deux objectifs spécifiques sont distingués pour le présent article : il s'agit d'une part de fournir une brève description des enquêtes ménages menées à domicile par entrevue à Marrakech et à Puebla, et d'autre part, de présenter les procédés et les résultats préliminaires d'une expérimentation menée à Marrakech d'une méthode innovante de cueillette de données à partir de comptages vidéo, méthode complémentaire aux données obtenues lors des enquêtes origine-destination menées par entrevue à domicile.

2. METHODES CONVENTIONNELLES DE COLLECTE DE DONNEES

2.1. Enquêtes ménages à domicile à Marrakech et à Puebla

Des enquêtes ménages origine-destination réalisées par entrevues à domicile furent menées à Marrakech (1992-93) et à Puebla (1993-94). Il faut souligner les différences de nature que présentent ces deux études de cas, en termes de culture, de taille (0,5 million de population à Marrakech ; 1,3 million à Puebla), d'activité économique, de degré de motorisation et d'offre en termes de modes de transport. Ces éléments constituent une base intéressante pour une analyse comparative au niveau de l'estimation de la demande en transport.

L'information sur la demande en transport obtenue à Marrakech en 1992-93 provient d'un échantillon relativement petit, soit de quelques 1 300 ménages. La méthodologie d'enquête s'inspire d'une enquête ménages similaire effectuée à Alger en 1989-90 par le CETUR-CETE de Lyon, France. L'enquête a révélé un certain nombre de phénomènes intéressants, notamment : la présence fréquente de plusieurs ménages par logement, une taille élevée des ménages, l'importance des facteurs socioculturels, les problèmes organisationnels, l'importance des déplacements à pied de longue distance, ainsi que le temps d'accès qui constitue souvent la partie la plus longue du trajet. On retrouve plusieurs de ces caractéristiques dans les pays du Maghreb et nous devions en tenir compte dans les procédures d'enquête.

À Puebla, au Mexique, l'enquête ménages transport a été réalisée pour le Gouvernement de l'État de Puebla pour l'élaboration d'un plan de transport financé par la Banque mondiale dans le cadre du projet Angelopolis. Une centaine d'étudiants de l'Université autonome de Puebla ont été embauchés pour conduire l'enquête réalisée à domicile auprès de quelques 3 500 ménages, ce qui représentait un échantillon de l'ordre de 1 %. L'échantillon a été tiré de façon non proportionnelle en surreprésentant les petites zones pour optimaliser la

représentativité. Le questionnaire comprenait trois fiches principales : une fiche ménage ; une fiche personne décrivant chaque personne du ménage âgée de 5 ans et plus et une fiche déplacements pour tous les membres du ménage âgés de 5 ans et plus ayant effectué un ou plusieurs déplacements la veille de l'enquête. Une description détaillée des procédures d'enquête se trouve dans Riquelme (1994), ainsi qu'une comparaison des principales caractéristiques de la mobilité dans Rice et al. (1994) et Bussière et al. (1995). On trouvera au Tableau 1 un résumé d'un certain nombre de caractéristiques de base tirées des deux enquêtes.

Caractéristiques	Marrakech	Puebla
population urbaine	500 000	1 300 000
taille moyenne des ménages (nb personnes)	5,4	4,5
nb de ménages enquêtés	1 300	3 500
déplac./personne/jour	1,87	1,89
% déplac. non-motorisés	72 %	32 %
choix de mode :		
. marche à pied	64 %	27 %
. transport en commun	9 %	48 %
. automobile	7 %	19 %

Tableau 1 : Caractéristiques globales des enquêtes de Marrakech et de Puebla

2.2. Limites des enquêtes

La réalisation de ces deux enquêtes, à Marrakech et à Puebla, nous a permis de faire un certain nombre de constats importants relativement aux techniques d'enquête dans des villes de pays en développement.

a. Une base d'échantillonnage déficiente

Très souvent nous devons faire face à une insuffisance de données démographiques provenant des recensements ou encore de données défaillantes pour dresser des listes d'échantillonnage. Ce fut le cas à Marrakech où nous avons dû répertorier le nombre de ménages dans les zones enquêtées avant de tirer l'échantillon au hasard, le dernier recensement au moment de l'enquête datant de 1982. À Puebla, les données de recensement sont de bonne qualité mais les listes des ménages provenant des abonnés au service d'électricité ont dû être complétées par des techniques d'échantillonnage par grappes (cluster sampling) pour nous permettre d'atteindre les quotas fixés par strate.

Ces problèmes ne rendent pas seulement laborieuse la réalisation du terrain de l'enquête mais ils rendent difficile et parfois même impossible la pondération des résultats. Dans le cas de Marrakech, nous avons préféré pour le moment nous abstenir de pondérer faute de facteurs d'expansion suffisamment fiables alors que dans le cas de Puebla, l'expansion des résultats a été possible. Même si des enquêtes

peuvent être réalisées dans le but d'effectuer des analyses de comportement sans expansion des résultats, ce problème n'en demeure pas moins réel.

b. La difficulté de réaliser des enquêtes cordon et des enquêtes «écran»

Pour calibrer les enquêtes ménages et obtenir des informations complémentaires sur les déplacements en provenance des zones extérieures à la zone d'analyse, une procédure connue consiste à effectuer des comptes cordon et des enquêtes «écran» (*screenline*). En dépit d'une tentative pour effectuer de tels comptages dans le cas de Puebla, l'information recueillie fut insuffisamment documentée et donc de peu d'utilité. Dans le cas de Marrakech, il n'a pas été possible d'effectuer des comptages de rue classiques, faute de disponibilités de ressources suffisantes pour faire les comptages sur place, et, pour cette raison, nous avons développé une technique de comptage par vidéo plus facile à réaliser et finalement plus fiable. Nous décrirons cette technique plus loin.

c. Une adaptation des procédures des enquêtes à domicile

Pour adapter les procédures classiques des enquêtes ménages aux pays en développement, un certain nombre de modifications doivent être envisagées. Bien que certaines aient été décrites dans la section 2.2, mentionnons ici deux exemples marquants :

(a) la définition d'un déplacement dans les cas où nous sommes en présence d'un grand nombre de déplacements courts à pied ou encore en présence d'un grand nombre de déplacements simultanés de personnes et de marchandises ;

(b) la définition des modes de transport dans le cas où nous sommes en présence d'une grande variété de modes (15 types à Marrakech, 18 à Puebla).

De plus, compte tenu de la multitude de modes, la difficulté de mesurer la capacité des artères principales ou encore le niveau de service ou de performance du réseau par simple comptage direct légitime l'intérêt porté sur l'usage possible de techniques de comptage vidéo.

d. Une analyse agrégée vs désagrégée

Compte tenu de la difficulté de développer un échantillonnage selon les règles de l'art comme nous l'avons vu précédemment, il n'a pas été possible dans le cas de Marrakech d'effectuer la codification ainsi que l'analyse à un niveau spatial entièrement désagrégé. En plus de poser des problèmes d'expansion des données, ces limitations nous ont empêché de spatialiser de façon fine les déplacements. Dans le cas de Puebla, nous avons pu recueillir l'information sur une base entièrement désagrégée (niveau de l'adresse) mais les premières analyses ont dû être faites sur une base de zones (27 zones).

L'ensemble de ces limites que nous avons soulignées posent des problèmes de terrain et d'analyse dans le cas d'enquêtes ménages, particulièrement dans les pays en développement. C'est en réponse à ces préoccupations que dans le cas de Marrakech nous avons expérimenté l'usage de caméras vidéo pour la réalisation de comptages complémentaires à l'enquête ménages. La suite du présent article décrit les procédures utilisées lors de cette expérience et les principaux résultats.

3. METHODOLOGIE DES COMPTAGES VIDEO A MARRAKECH

3.1. Définition des objectifs initiaux

L'utilisation de comptages à partir d'une saisie des flux par vidéo visait au départ quatre objectifs principaux : (1) compléter l'enquête ménages pour recenser les déplacements à destination de la région d'analyse et ayant comme provenance la périphérie, non échantillonnée dans l'enquête ; (2) faciliter, voire valider la calibration de l'enquête ménages en comparant les données de l'enquête avec des flux réels à des points bien identifiés ; (3) mesurer la part des modes à traction animale dans le transport des personnes, ce que ne permettait pas la faible taille de l'échantillon de l'enquête ménages ; (4) mesurer les flux de déplacements des marchandises sur les principales artères de l'agglomération, ce que permet le comptage du flux total. Les comptages par vidéo se sont avérés utiles et nous paraissent offrir une grande complémentarité aux enquêtes ménages faites sur la base de petits échantillons.

Le comptage du flux total permet également d'estimer la part des marchandises dans l'ensemble des déplacements, ce qui nous apparaît comme fondamental dans une ville en développement où l'on retrouve une grande combinaison de modes transportant à la fois des personnes et des marchandises. Un des grands avantages de la bande vidéo est qu'elle constitue un support d'information de première main qui peut être visionné à volonté. Une analyse plus approfondie de la dimension transport des marchandises nécessiterait d'autres visionnements des bandes vidéo à cette fin spécifique. On pourrait aussi imaginer d'autres analyses plus qualitatives tirées des bandes vidéo telles que la vitesse des véhicules ainsi que l'utilisation de chaussée par différents modes ou encore le repérage de situations de conflits (i.e. piétons / bicyclettes / cyclomoteurs / autos / camions etc.).

Par ailleurs une analyse exhaustive du flux des déplacements aux points de visionnement permet de repérer tous les modes de transport y compris ceux qui pourraient avoir été écartés dans le questionnaire de l'enquête ménages (comme par exemple la traction animale) parce que jugés comme non significatifs ou encore en voie de disparition parce contraire à une certaine image de la modernité. En effet, dans l'enquête ménages ces modes de traction animale avaient été regroupés sous la rubrique «autres modes» alors que les comptages vidéo nous ont montré que les modes de transport tels que les charrettes et les mules peuvent constituer des modes

importants dans certaines zones plus pauvres, en particulier pour le transport des marchandises.

3.2. Localisation des points de comptage

Les enregistrements ont été réalisés en novembre et décembre 1993. Des caméras ont été placées à 28 emplacements, soit 16 aux portes de l'Ancienne Médina, 10 en proche banlieue et 2 en périphérie de l'agglomération de Marrakech (voir Figures 1 et 2). Le choix de ces trois zones est lié aux objectifs fixés au départ.

Le comptage des déplacements aux portes de la vieille ville nous fournit une estimation des flux réels de circulation et pourrait faciliter un calibrage de l'enquête ménages, puisqu'il aurait été normalement facile d'isoler à partir de l'enquête ménages les déplacements entrant ou sortant de l'Ancienne Médina, celle-ci étant entourée de fortifications. Les comptes cordons en périphérie complètent l'enquête ménages réalisée sur un échantillon de ménages habitant l'agglomération et permettent de saisir les entrées des ménages n'habitant pas l'agglomération. Enfin, le comptage des sorties hors agglomération permet d'avoir une meilleure idée des échanges de la ville avec l'extérieur, l'enquête ménages ayant un échantillon trop faible pour évaluer ces flux de manière significative. Ainsi en fonction de ces objectifs, les caméras ont été placées aux principales portes de l'Ancienne Médina, et au niveau des artères de la banlieue et de la périphérie drainant les flux majeurs.

Ces trois types de points de comptage vidéo portent les noms suivants : «Accès portes Médina», «Accès périphériques éloignés», «Accès périphériques limitrophes» (Figure 2).

3.3. Inventaire des modes

En tout premier lieu, il s'est avéré nécessaire de visionner chaque cassette afin d'inventorier les principaux modes. Il a fallu définir de façon précise les différents modes de transport ainsi que les types de véhicules afin d'éviter les équivoques au moment du comptage. Par exemple, la distinction entre cyclomoteur/vélo, et auto/taxi, était peu évidente, la confusion entre automobile et camionnette, la catégorie manquante de mini-bus (répertoriés ici comme autobus ou camionnette) ont ajouté des difficultés de comptage. Si certains modes n'ont pas été repérés lors de ce pré-visionnement, ils ont pu être identifiés sur la grille de comptage.

3.4. Comptage à l'aide de grilles

Deux types de grille de comptage ont été nécessaires (Figure 3). La première a été conçue pour des conditions normales de trafic (comptage par modes) où il était possible de repérer facilement les modes et de les noter. Une deuxième grille «comptage en conditions difficiles» a été prévue lorsque le trafic était dense ou que la qualité de visionnement était mauvaise. Dans ces conditions, l'utilisation de la

première grille se serait avérée difficile en raison des nombreux arrêts sur image nécessaires. Avec la deuxième grille, on procède à un comptage linéaire en utilisant les codes définis pour chaque mode. On fait ensuite le total par modes. Lorsque le flux est très important et semble continu pendant les 15 minutes suivantes, il est possible de faire une estimation à partir du comptage du flux sur une durée de 5 minutes et en le ramenant à 15 minutes.

Les deux grilles comportent une rubrique sur le transport multimodal. Cette rubrique permet de préciser les changements de modes dans le cas, où, par exemple, une personne déposée par une automobile utilisera ensuite l'autobus, ou bien un cycliste s'arrêtera le long de la route pour monter ensuite dans un camion avec sa bicyclette.

Nous avons réservé une section aux commentaires. Il est important de noter les difficultés diverses qui ont pu affecter le comptage et de disposer d'un espace pour apporter des commentaires susceptibles d'éclairer notre analyse de la dynamique du flux de déplacements. Certaines cassettes ont été écartées car les résultats du comptage ne pouvaient être fiables.

Ces grilles comportent une section identification. Il s'agit de reporter le lieu de l'enregistrement, de préciser le sens du déplacements. Il faut différencier le flux qui entre dans la ville et celui qui en sort. Il faut préciser l'heure (chaque grille représente 15 minutes de visionnement) et enfin noter le repère géographique qui permet de localiser facilement l'emplacement sur une carte.

3.5. Recommandations lors de la réalisation

Plusieurs cassettes se sont avérées inutilisables lors du comptage. Les problèmes qui sont venus gêner le comptage ont permis de formuler plusieurs recommandations pour améliorer cette méthode. Les suggestions suivantes devraient être susceptibles d'améliorer la qualité des résultats obtenus :

- discuter de la localisation des points de comptage en fonction des objectifs que l'on se fixe (la proximité d'une école ou d'un stationnement pour taxis pourrait venir biaiser certains résultats d'une analyse du flux de déplacements, par exemple) ; le choix de la localisation des points de comptage devrait faire référence à une connaissance approfondie du territoire ;
- l'emplacement des caméras est fondamental ; si possible, privilégier un site au dessus du niveau de la rue, car on limite ainsi le risque d'avoir des éléments venant obstruer le champ de la caméra ;
- anticiper la trajectoire du soleil pour éviter les passages prolongés d'ombre à l'image. Prendre garde à la noirceur du matin ; si possible, avant de filmer, repérer la pertinence de l'emplacement de la caméra dans la période prévue ;
- veiller à la stabilité des caméras ;
- éloigner la caméra des zones de stationnement (ex : des calèches, des taxis, des bus...) ;

- filmer sur des cassettes de qualité ;
- enfin, ne pas oublier d'opérer le compteur de la date et de l'heure exacte.

3.6. Temps et coûts de l'opération

Matériel nécessaire

28 vidéocassettes, magnétoscope, téléviseur.

Phase d'enregistrement : durée de l'enregistrement

56 heures.

Phase de visionnement et de comptage

La durée de chaque cassette est de deux heures. Pour chaque heure d'enregistrement, il a fallu compter deux heures de visionnement pour chaque type de flux (entrées et sorties) auquel il faut ajouter un temps supplémentaire en raison des arrêts fréquents sur l'image pour noter sur la grille, sauf en cas de circulation très fluide. Ainsi pour chaque cassette de deux heures, il a fallu compter environ huit heures de visionnement analytique (4 pour les entrées et 4 pour les sorties). Cela correspond donc à 224 heures de comptage.

Phase de traitement des données

Aux étapes précédentes il faut ajouter environ 14 heures de saisie sur support informatique et un temps additionnel pour le traitement des données et l'analyse.

4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1. Enquête ménages

Nous présenterons ici les résultats pour l'agglomération de Marrakech en mettant en parallèle les résultats de l'enquête ménages et ceux des vidéos afin de faire ressortir la complémentarité de ces deux méthodes d'enquête.

L'échantillon de l'enquête ménages de Marrakech a été constitué à partir d'une sélection de zones représentatives de caractéristiques socio-économiques (Ancienne Médina, Ville extra-muros traditionnelle, Ville moderne extra-muros). Le dernier recensement disponible au moment de l'enquête étant celui de 1982, nous avons préféré présenter ici les résultats non pondérés, ce qui nous permet toutefois de décrire les comportements de mobilité.

	volume				% des déplac. totaux				% des déplac. méc.			
24H	Médina	Ville tradit.	Ville moderne	Total	Médina	Ville tradit.	Ville moderne	Total	Médina	Ville tradit.	Ville moderne	Total
À pied	3 700	3 103	768	7 571	74,5	60,8	46,2	64,5				
Bicyclette	360	495	109	964	7,2	9,7	6,6	8,2	28,4	24,7	12,2	23,2
Cyclomoteur	383	526	206	1 115	7,7	10,3	12,4	9,5	30,3	26,3	23,0	26,8
Moto	25	46	4	75	0,5	0,9	0,2	0,6	2,0	2,3	0,4	1,8
Auto	75	216	392	683	1,5	4,2	23,6	5,8	5,9	10,8	43,8	16,4
Taxi, calèche	97	108	48	253	2,0	2,1	2,9	2,2	7,7	5,4	5,4	6,1
TC	321	607	127	1 055	6,5	11,9	7,6	9,0	25,4	30,3	14,2	25,3
Autres	5	5	8	18	0,1	0,1	0,5	0,2	0,4	0,2	0,9	0,4
Total	4 966	5 106	1 662	11 734	100,0	100,0	100,0	100,0				
S-tot. méc.	1 266	2 003	894	4 163	25,5	39,2	53,8	35,5	100,0	100,0	100,0	100,0
S-tot. 2 r.	768	1 067	319	2 154	15,5	20,9	19,2	18,4	60,7	53,3	35,7	51,7
7-9H	Médina	Ville tradit.	Ville moderne	Total	Médina	Ville tradit.	Ville moderne	Total	Médina	Ville tradit.	Ville moderne	Total
À pied	688	608	151	1 447	72,7	61,1	46,2	63,8				
Bicyclette	85	101	25	211	9,0	10,2	7,6	9,3	32,9	26,1	14,2	25,7
Cyclomoteur	77	110	36	223	8,1	11,1	11,0	9,8	29,8	28,4	20,5	27,2
Moto	3	10	0	13	0,3	1,0	0,0	0,6	1,2	2,6	0,0	1,6
Auto	14	37	82	133	1,5	3,7	25,1	5,9	5,4	9,6	46,6	16,2
Taxi, calèche	13	11	6	30	1,4	1,1	1,8	1,3	5,0	2,8	3,4	3,7
TC	65	117	24	206	6,9	11,8	7,3	9,1	25,2	30,2	13,6	25,1
Autres	1	1	3	5	0,1	0,1	0,9	0,2	0,4	0,3	1,7	0,6
Total	946	995	327	2 268	100,0	100,0	100,0	100,0	366,7	257,1	185,8	276,2
S-tot. méc.	258	387	176	821	27,3	38,9	53,8	36,2	100,0	100,0	100,0	100,0
S-tot. 2 roues	165	221	61	447	17,4	22,2	18,7	19,7	64,0	57,1	34,7	54,4

Source : Enquête ménages, Marrakech, 1993.

Tableau 2 : Choix de mode, Marrakech, 1993, 24h et 7-9h, par zone (volumes et % des déplacements totaux et des déplacements mécanisés ; données non pondérées)

Mode	7-9h vol	7-9h % dépl. tot.	7-9h % dépl. méc.	24h vol	24h % dépl. tot	24h % dépl. méc
À pied	1 447	63,9		7 571	64,5	
Bicyclette	211	9,3	25,8	964	8,2	23,2
Cyclomoteur	223	9,8	27,2	1 115	9,5	26,8
Moto	13	0,6	1,6	75	0,6	1,8
Auto	133	5,9	16,2	683	5,8	16,4
Taxi, calèche	30	1,3	3,7	253	2,2	6,1
TC	206	9,1	25,2	1 055	9,0	25,3
Autres	3	0,1	0,4	18	0,2	0,4
Total	2 266	100,0		11 734	100,0	
Sous-tot. mécan.	819	36,1	100,0	4 163	35,5	100,0
Sous-tot. 2 roues	447	19,7	54,6	2 154	18,4	51,7

Source : Enquête ménages, Marrakech, 1993.

Tableau 3 : Choix de mode, Marrakech, 1993, 7-9h et 24h (données non pondérées, enquête ménages)

Les données de choix modal présentées au Tableau 3 montrent pour les déplacements 24 heures, une prédominance du mode à pied (64,5 %) suivi du mode cyclomoteur (9,5 %), TC (9,0 %), bicyclette (8,2 %), auto (5,8 %), taxi et calèche (2,2 %), moto (0,6 %) et autres (0,2 %). On peut signaler ici l'importance des deux roues motorisées et non motorisées qui constituent 18,3 % du total des déplacements et 51,8 % des déplacements par mode mécanisé. L'enquête ménages nous donne ainsi un portrait global de la mobilité qui peut être ventilée par zones socio-économiques (Tableau 2). Ainsi, la part des déplacements à pied par rapport aux déplacements totaux varie considérablement d'une zone à l'autre ; elle est de 75 % dans la Médina, 61 % dans la ville traditionnelle extra-muros et de seulement 46 % dans la ville moderne extra-muros. De même au niveau de la mobilité

a) Entre zones socio-économiques à Marrakech	**Anc.Méd.**	**Vtrad. extr.mur.**	**Vmod. extr.mur.**	**Total**
Mobilité	1,90	1,66	2,16	1,87
Auto/Dépl. totaux	2,3 %	3,0 %	20,2 %	7,0 %
b) Entre agglomérations (pop 5 ans et plus)	**Marrakech (93)**	**Puebla (94)**	**Montréal (87)**	
Mobilité	1,87	1,89	2,26	
Auto/Dépl. totaux	7,0 %	19 %	59 %	

Sources : Calculé à partir des enquêtes ménages de Marrakech, de Puebla et de Montréal (STCUM, O-D 1987).

Tableau 4 : Mobilité globale comparée (popul. 5 ans et +)

globale de la population âgée de 5 ans et plus, on obtient un taux global de 1,87 déplacements par jour pour l'agglomération de Marrakech, avec une différenciation spatiale importante : 1,90 dans l'Ancienne Médina, 1,66 dans la ville traditionnelle extra-muros et 2,16 dans la ville moderne extra-muros (Tableau 4). Les écarts observés au niveau du choix modal sont encore plus grands : le poids des déplacements auto dans l'ensemble des déplacements est, respectivement, de 2,3 %, 3,0 % et 20,2 % dans les trois zones. De même, on observe des différences importantes entre différentes agglomérations tant au niveau de la mobilité globale qu'au poids des déplacements auto.

L'utilité des enquêtes ménages apparaît donc comme primordiale pour connaître les comportements de transport. On peut d'ailleurs obtenir des paramètres relativement fiables à l'aide de petits échantillons. Ainsi, par exemple, la part des déplacements obligés pour une partie importante de la population (motif travail) provenant de trois enquêtes différentes donne des résultats très voisins (Tableau 5). Elle est, respectivement de 34 %, 35 % et 37 % à Marrakech, Puebla et Montréal alors que les échantillons sont respectivement de quelques 1 300, 3 500 et 53 000 ménages complétés.

Motif/Agglo.	****Marrakech**	**Puebla**	**Montréal**
Travail	34 %	35 %	37 %
Étude	34 %	33 %	19 %
Sous-total	*68 %*	*68 %*	*56 %*
Achats	9 %	10 %	15 %
Loisirs	8 %	***22 %	8 %
Autres	15 %	-	21 %

*retours au domicile exclus **non pondérées ***loisirs et autres, 22 %

Source : Bussière et al. (1995).

Tableau 5 : Mobilité globale comparée (popul. 5 ans et +)

L'utilisation des enquêtes à des fins de planification des réseaux de transport nécessite cependant des enquêtes fines dont les coûts élevés rendent la réalisation difficile sinon impossible dans de nombreuses villes développées et a fortiori dans les villes en développement. À défaut de pouvoir faire des enquêtes à domicile sur de gros échantillons ou de pouvoir suppléer par des enquêtes téléphoniques dont le coût est nettement plus bas, il nous est apparu utile de proposer la solution alternative des enquêtes vidéo.

4.2. Enquêtes vidéo

Nous présenterons ici quelques résultats des enquêtes vidéo, principalement pour la période de pointe matinale, de 7h à 9h.

La pointe matinale concentre 19,3 % des déplacements totaux et 35,7 % des déplacements unidirectionnels (Tableau 6) et une part très importante des

déplacements unidirectionnels travail (46,4 %) et étude (43,9 %). Les comptages vidéo sur les principales artères peuvent en outre nous donner un portrait exact du flux réel.

Total y. c. retour au domicile	19,3 %
Total unidirectionnel	35,7 %
dont :	
Travail	46,4 %
Étude	43,9 %
Autre	15,8 %

Source : Enquête ménage, Marrakech, 1993.

Tableau 6 : Part des déplacements en pointe matinale (7-9h) en proportion des déplacements 24 h, par caractéristiques, Marrakech, 1993

4.3. Comparaison enquêtes ménages - enquêtes vidéo

	Enquêtes ménages (non pondérées)			Comptages vidéo		
Mode	**vol**	**% dépl. tot.**	**% dépl. méc.**	**vol**	**% dépl. tot.**	**% dépl. méc.**
À pied	*1 447*	63,9		*9 464*	19,9	
Vélo	*211*	9,3	25,8	*14 831*	31,3	39,0
Vélomoteur	*223*	9,8	27,2	*13 137*	27,7	34,6
Moto	*13*	0,6	1,6			
Auto	*133*	5,9	16,2	*7 846*	16,5	20,7
Taxi, calèche	*30*	1,3	3,7	*1 710*	3,6	4,5
TC	*206*	9,1	25,2	*471*	1,0	1,2
Autres	*3*	0,1	0,4			
Total	*2 266*	100,0	100,0	*47 459*	100,0	100,0
Sous-tot mécanisés	*819*	36,1	100,0	*37 995*	80,1	100,0
Sous-tot 2 roues	*447*	19,7	54,6	*27 968*	58,9	73,6

Sources : Enquête ménages, Marrakech, 1993 et comptages vidéo.
* entrées et sorties aux 28 points de comptage vidéo.

Tableau 7 : Choix de mode, Marrakech, 1993, 7-9h, Comparaison enquête ménages non pondérée et comptages vidéos

Le Tableau 7 résume le portrait global de la demande de transport par mode au niveau de l'ensemble de la période de pointe. Bien que les volumes ne soient pas comparables entre l'enquête vidéo et l'enquête ménages, cette dernière n'ayant pas été pondérée ici, nous présentons à titre indicatif les volumes pour donner au lecteur une idée de la représentativité statistique des observations. Une analyse comparative des pourcentages est cependant intéressante. Les comptages vidéo nous donnent un portrait des déplacements sur les principales artères de l'agglomération, ce qui était

à peu près impossible à l'aide d'une enquête ménages réalisée sur un échantillon de petite taille, compte tenu de la forme urbaine très hétérogène et de la coexistence d'artères carrossables avec un réseau de petites rues anciennes non accessibles aux automobiles. On observe ainsi que la part des déplacements à pied diminue sensiblement sur les principales artères pour faire place aux modes mécanisés. Elle passe de 64 % à 20 % des déplacements totaux et les deux roues passent de 19 % des déplacements dans l'enquête ménages à 59 % des déplacements dans les comptages vidéo et, pour les déplacements mécanisés, de 54,6 % à 74 %. Par ailleurs, les comptages vidéo peuvent également servir de comptes-écran pour calibrer des flux origine-destination spécifques.

4.4. Comptages vidéo : personnes et marchandises

Un autre intérêt majeur de l'utilisation de comptages vidéo est la possibilité de répertorier à la fois le transport des personnes et celui des marchandises. Le Tableau 8 présente de manière synthétique l'ensemble des résultats des comptages vidéo.

Au niveau du transport des personnes, on observe des différences significatives par mode, la motorisation étant nettement plus élevée en périphérie qu'au niveau des accès à la Médina. Ainsi entre 7 et 9h, 23 % des déplacements se font à pied dans les accès à la Médina, comparativement à 17 % dans les accès périphériques à la ville et seulement 5 % pour les accès éloignés. De même, les déplacements en automobile pour ces trois zones de comptage sont respectivement de 13 %, 22 % et 3 %. La localisation géographique impossible à capter à un niveau suffisamment fin dans une enquête ménages réalisée sur un petit échantillon est néanmoins un facteur déterminant dans le choix de mode et il peut s'avérer extrêmement utile de suppléer cette lacune par des visionnements vidéo dans les localisations précises.

Au niveau du transport des marchandises, nous observons également une répartition modale qui varie sensiblement selon la localisation géographique. Aussi, si 63 % du transport des marchandises est motorisé (16 % camions, 40 % camionnettes), il n'en demeure pas moins que 22 % des véhicules marchandises sont des mules avec charrettes ou encore des charrettes avec traction humaine. Ces taux sont nettement plus élevés pour les zones plus traditionnelles (26,7 %) que pour les zones périphériques limitrophes (16,3 %) ou éloignées (7,4 %). Une analyse plus fine nous indiquerait par ailleurs une distinction nette selon les quartiers socio-économiques de la ville extra-muros donnant sur les portes de la médina. Ces comptages permettent de mieux cerner les différents modes et d'éviter de tomber dans le piège de sous-estimer l'importance des modes de transport traditionnels.

	Accès* Portes Médina 7-9h		Accès Périph. limitrophes 7-9h		Accès Périph. éloignés 7-9h		Accès Portes Médina 11h30-13h30		Total	
	Vol	%	Vol	%	Vol	%	Vol	%	Vol	%
Transport des personnes										
À pied	7747	22,9	1459	17,1	258	5,1	15204	34,4	24668	26,9
Bicyclette	11296	33,4	2227	26,0	1307	25,9	11638	26,4	26468	28,9
Calèche	100	0,3	25	0,3	6	0,1	247	0,6	378	0,4
Non-motorisé	19143	56,5	3711	43,4	1571	31,2	27089	61,3	51514	56,2
Cyclomoteur	9030	26,7	2558	29,9	1548	30,7	11145	25,2	24281	26,5
Automobile	4395	13,0	1894	22,1	1557	30,9	4262	9,7	12108	13,2
Taxi	1047	3,1	258	3,0	274	5,4	1374	3,1	2953	3,2
Autobus	250	0,7	130	1,5	91	1,8	289	0,7	760	0,8
Tot. pers.	33865	100,0	8551	100,0	5041	100,0	44159	100,0	91616	100,0
Transport des marchandises										
Camion	327	22,0	331	34,2	559	66,5	341	15,7	1558	28,5
Camionnette	441	29,7	335	34,6	212	25,2	878	40,4	1866	34,1
Tot. motorisé	768	51,6	666	68,9	771	91,7	1219	56,0	3424	62,6
Charrette	307	20,6	140	14,5	8	1,0	344	15,8	799	14,6
Mule	15	1,0	3	0,3	0	0,0	14	0,6	32	0,6
Mule + char	397	26,7	158	16,3	62	7,4	598	27,5	1215	22,2
Tot. march.	1487	100,0	967	100,0	841	100,0	2175	100,0	5470	100,0
Autres										
Engin	28		9		2		13		52	
Total	35380		9527		5888		49561		100356	

* Voir Figure 2.

Tableau 8 : Comptages vidéo aux différents points de comptage, 7-9h et 11h30-13h30, entrées plus sorties, répartition modale, personnes et marchandises, Marrakech, 1993

4.5. Comptages routiers, un substitut aux enquêtes O-D ?

On pourrait s'interroger sur la possibilité de remplacer les enquêtes ménages par des comptages. Il existe en effet une littérature abondante sur l'utilisation des comptages routiers pour l'estimation des flux selon l'origine et la destination (Cascetta, Nguyen, 1988). L'approche la plus courante consiste à appliquer des modèles de programmation mathématique pour faire une mise à jour de matrices O-D existantes à partir de comptages plus récents.

Bien que ce genre de méthode donne de bons résultats dans le cas de régions urbaines où il existe déjà des enquêtes O-D anciennes, il est beaucoup plus difficile d'estimer des matrices O-D de toute pièce à partir de simples comptages. Bien qu'il existe un certain nombre d'exemples illustrant cette situation, ils s'appliquent surtout aux déplacements interurbains où les trajets alternatifs entre toute paire de sites d'origine et de destination sont en nombres limités (Wills, 1986 ; Leore, 1996). Dans les cas où il existe une certaine information sur la répartition modale des déplacements selon l'origine et la destination on peut alors utiliser des modèles non-linéraires d'optimisation conjointement avec le modèle de gravité pour produire des estimations valables de matrices O-D.

Il serait cependant risqué d'appliquer de telles techniques aux déplacements urbains dans le cas où aucune information sur les origines et les destinations serait disponible. Pour produire des matrices O-D de déplacements urbains valables, il demeure indispensable de disposer d'au moins une enquête ménages minimale qui nous donne un portrait global des comportements de transport.

5. CONCLUSION

Les comptages permettent une vision exhaustive de certains déplacements. En tant que complément aux enquêtes ménages, ils nous sont apparus comme une technique extrêmement utile pour améliorer la description de la situation du transport urbain dans les villes en développement et permettre une évaluation qualitative de certaines situations. Par leur souplesse d'utilisation et leur faible coût ils peuvent remplacer avantageusement de simples comptages et être d'une grande utilité pour l'élaboration de plans de transport dans des ville moyennes où une connaissance à priori des principaux axes de circulation peut permettre un choix judicieux des emplacements de comptage. Les comptages vidéo sont particulièrement utiles dans les cas où la pondération des données des enquêtes ménages et leur ventilation spatiale fine sont rendues difficiles par la faible taille de l'échantillon, le manque de données socio-économiques de base ou encore la difficulté de traduire des données globales d'enquêtes sur une trame urbaine irrégulière. Les comptages sur les principaux axes de circulation permettent alors une vision plus réaliste de ces axes. Même dans les cas où n'est pas possible d'utiliser les comptages vidéo pour calibrer les enquêtes ménages, l'information

recueillie apparaît comme un complément utile pour une meilleure compréhension des déplacements urbains.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Centre de Recherches pour le Développement International, l'Agence Canadienne de Développement International et l'Association des Universités Partiellement et Entièrement de Langue Française pour leur soutien financier. Nous remercions également l'équipe marocaine et tout particulièrement MM. Abel Ghani Zrikem et Abdellilah Dahlane pour leur contribution indispensable à la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

BERNARD A, DUBOST G, sous la dir. de BENCHEIKH A, BUSSIERE Y (1995), Flux des déplacements et modes de transport à Marrakech à partir de comptages vidéo, 1993, Montréal, INRS-Urbanisation, Document de travail.

BUSSIERE Y (1984), Population Aging and Transportation Demand: A Montreal Case Study for 1978-1991, in *Ekistics*, Volume 51, mai-juin, pp. 238-242.

BUSSIERE Y (1985), Projection de la demande de transport et vieillissement de la population : le cas montréalais en 1978-1982 et perspectives d'avenir. *Transports*, Paris, N° 309, nov., pp. 559-567.

BUSSIERE Y. (1989), L'automobile et l'expansion des banlieues : le cas de Montréal, 1901-2001, *Urban History Review/Revue d'Histoire Urbaine*, Volume XVIII, N° 2, oct., pp. 159-165.

BUSSIERE Y (1990), Vieillissement spatialisé, demande de transport et prospective : le cas montréalais 1986-2011, *Cahiers québécois de démographie*, Volume 19, N° 2, automne, pp. 325-350.

BUSSIERE Y (1992), Forecasting Travel from Age Structure, Urban Sprawl, and Behavior: the Montreal Case, 1986-2011, Paper, *6th World Conference on Transportation Research (WCTR 92)*, Lyon, France, June 29-July 3, 12 p.

BUSSIERE Y, avec la collab. de McCANN B, SENI A (1983), Vieillissement de la population et demande de transport dans la région de Montréal, 1978-1991, Montréal, INRS-Urbanisation, «*Études et Documents*» N° 36, mai, 83 p.

BUSSIERE Y, CHAPLEAU R, DEISSENBERG C, RICE RG, BENCHEIKH A, avec la collab. DALLAIRE Y (1993), Cadre d'analyse et méthodologie de prospective de la demande de transport des personnes : le cas de Marrakech. *6e Conférence sur le Développement et l'Aménagement des Transports Urbains - CODATU VI- «Quel équilibre entre les modes de transport dans une perspective de développement durable ?»*, 15-19 fév., Tunis, Textes complets/Full texts, pp. I-13 à I-24.

BUSSIERE Y, MARCOUX R, TESSIER M (1987), Démographie et demande de transport des personnes : méthode de projection élaborée à partir du cas Montréalais : 1981-1996. *Revue canadienne des sciences régionales*, Volume X:1, pp. 19-40.

BUSSIERE Y, RICE RG, BENCHEIKH A (1995), Démographie et prospective de la demande de transport des personnes : le cas de Marrakech in Polèse M et Wolfe J (Ed.), *L'urbanisation des pays en développement : modèles d'analyse et études de cas*, Paris, Economica.

BUSSIERE Y, RICE RG, DEISSENBERG C (1995), Prospective de la demande de transport dans deux villes moyennes en développement : Marrakech et Puebla. *Symposium sur la gestion urbaine dans les villes en développement*, Université McGill, Montréal, 13-15 juin, 24 p.

CASCETTA E, NGUYEN S (1988), A Unified Framework for Estimating or Updating Origin/Destination Matrices from Traffic Counts. *Transportation Research*, Volume 22B, N° 6, pp. 437-455.

CETUR/CETE de Lyon : En particulier, Manuel SETRA : dossier pilote concernant la réalisation des enquêtes ménages SETRA 1975, réactualisé en 1989 («Note méthodologique des enquêtes ménages»).

CHAHOUA S, sous la coord. de BUSSIERE Y (1991), Quelques aspects géographiques de l'urbanisation au Maroc, Montréal, INRS-Urbanisation.

CHAPLEAU R, HAMDADOU S (1991), Instruments de planification de transport adaptés aux pays en développement : une approche fondée sur des moyens transférables et durables. *26e congrès annuel de l'Assoc. Québécoise du Transport et des Routes*, Québec, avril, 47 p. in *Cahiers de recherche de «Villes et Développement»*, Montréal, INRS-Urbanisation.

CHAPLEAU R (1992a), La modélisation de la demande de transport urbain avec une approche totalement désagrégée, *6th World Conference on Transportation Research (WCTR 92)*, Lyon, France, June 29-July 3, 12 p.

CHAPLEAU R (1992b), Constitution d'un système informationnel de référence pour fins d'analyse et de planification des transports urbains : cas de Marrakech, *27e congrès annuel de l'Association Québécoise du Transport et des Routes*, Sherbrooke, avril, 17 p., *Cahiers de recherche de «Villes et Développement»*, Montréal, INRS-Urbanisation.

Entreprise du Métro d'Alger, Bureau des Études de Transport Urbain (1991), Enquête ménages transport Alger 1989-1990. Alger, Wilaya d'Alger, Direction des transports, juillet, 117 p.

GIM (Groupe Interuniversitaire de Montréal), Villes et Développement (1994), Enquête ménages-transport, Puebla, Pue. (Mexique), 1993-1994. Rapport final. Réalisé sous la direction de RG RICE, Y BUSSIERE, R CHAPLEAU, JM RIQUELME et al. pour le Gouvernement de l'État de Puebla, Montréal, novembre. (disponible également en version espagnole).

LEORE R (1996), Estimating O-D Travel from Link Traffic Counts: Can We Get There From Here? *31st Annual Conference of the Canadian Transportation Research Forum*, Winnipeg MB, May.

MADRE JL, BUSSIERE Y, ARMOOGUM J (1995), Demographic Dynamics of Mobility in Urban Areas: The Paris and Grenoble Case, *7th WCTR*, Sydney, Australia, *Proceedings*.

MATOUK A, ABEILLE M, BLANCHARD G (1990), Développement d'une méthodologie spécifique des Enquêtes ménages transports dans des villes algériennes. *CODATU V* Sáo Paulo, Brésil, *Proceedings,* VIII-54 à VIII-66.

RICE RG (1991), Urban Transport Planning in Developing Countries: Case Study of Belize City. in *Cahiers de recherche de «Villes et Développement»*, Montréal, INRS-Urbanisation.

RICE RG, BUSSIERE Y, CHAPLEAU R (1994), Analyse Comparative de la Demande de Transport dans Deux Villes de Pays en Développement: Marrakech et Puebla, *Colloque International*, Puebla, Mexico, 9-11 mai.

RIQUELME JM (1994), Rapport sur l'Organisation et la Logistique de l'Enquête Menage-Transport de Puebla, Villes et Développement, Montréal.

TAMIN O, WILLUMSEN L (1989), Transport Demand Model Estimation from Traffic Counts. *Transportation*, Volume 16, pp. 3-26.

WILLS MJ (1986), A Flexible Gravity-Opportunities Model for Trip Distribution. *Transportation Research*. Volume 20B, N° 2, pp. 89-111.

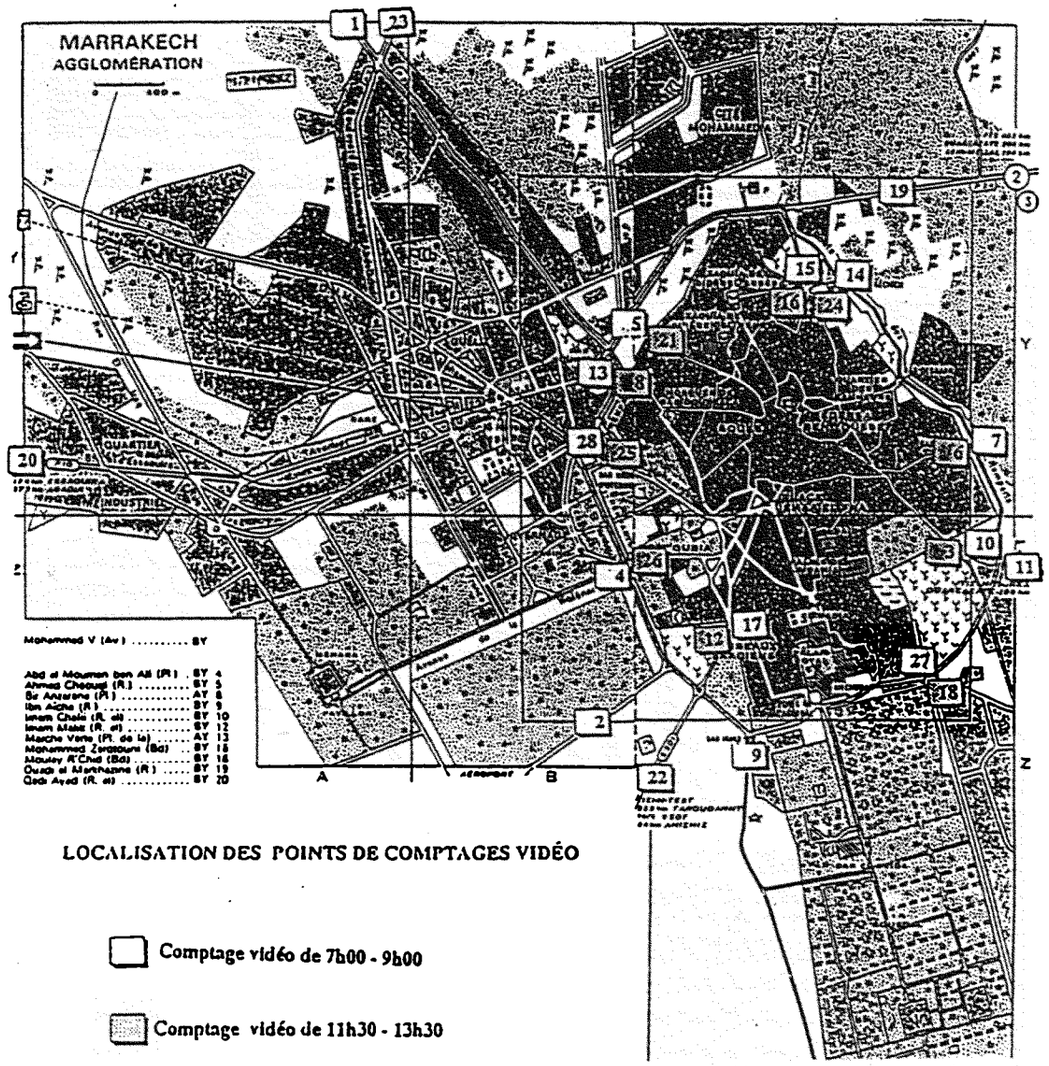


Figure 1 : Carte de localisation des points de comptage vidéo, Marrakech

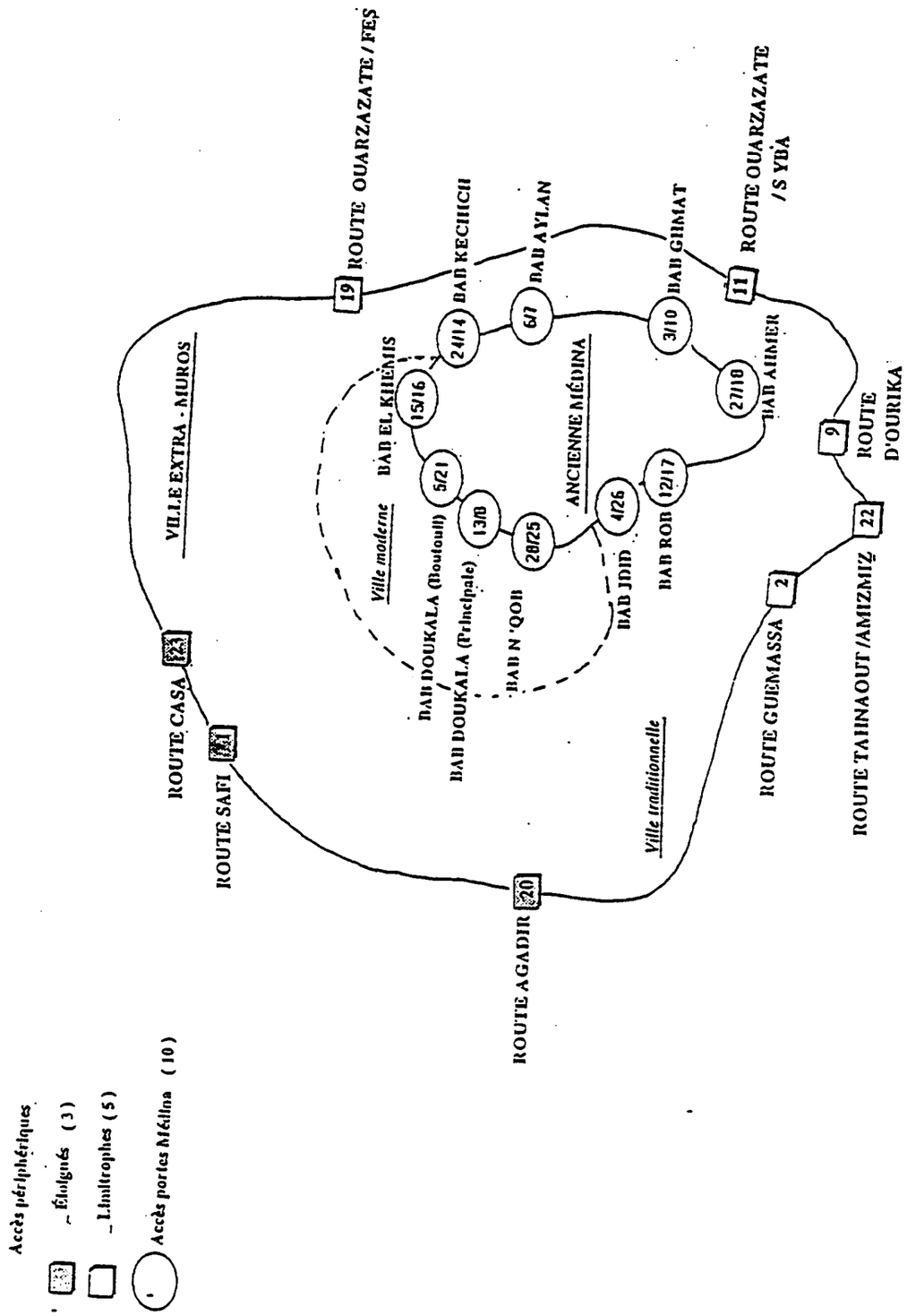


Figure 2 : Carte de localisation des points vidéo et des accès, Marrakech

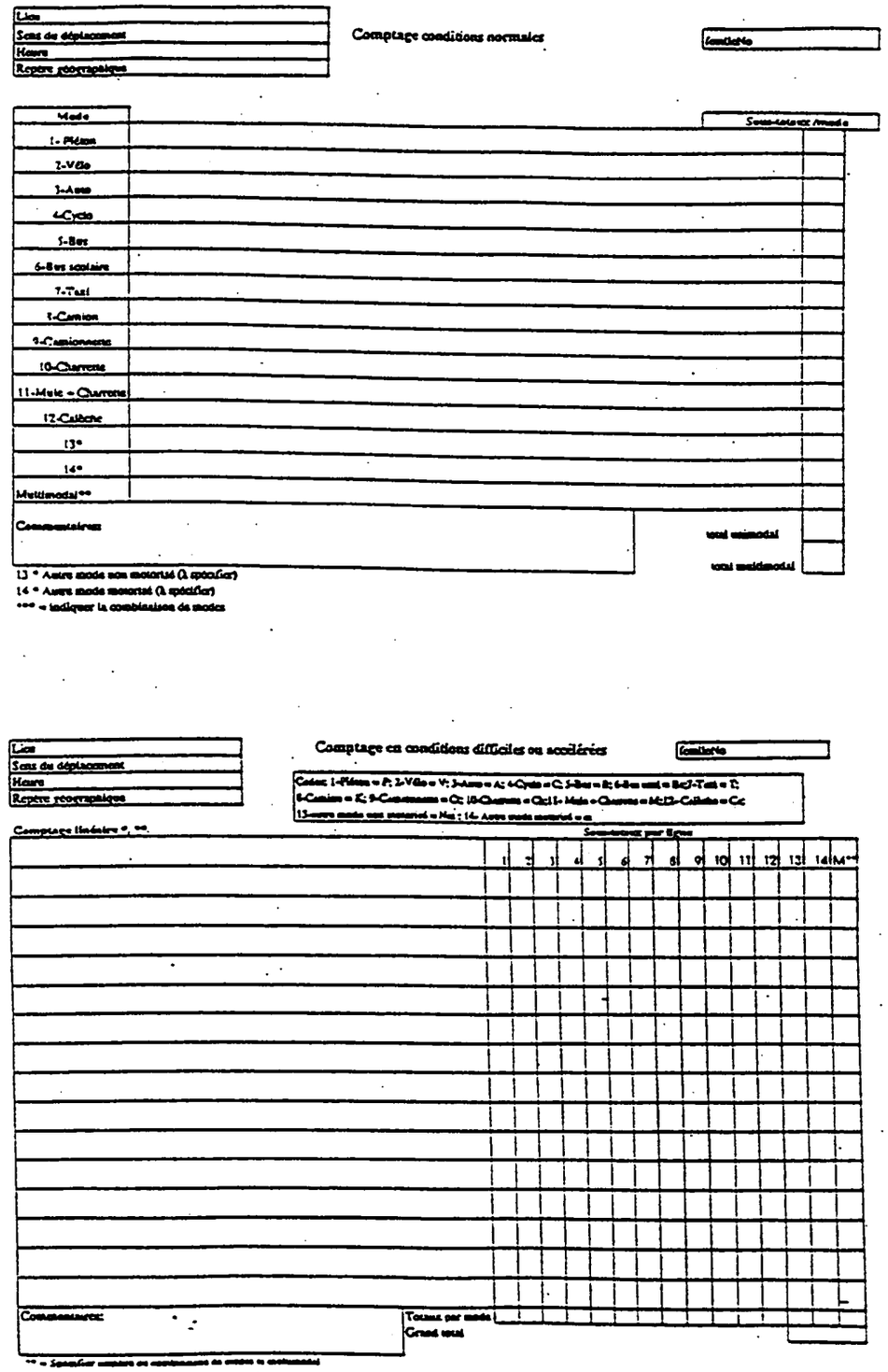


Figure 3 : Grilles de comptage

TRANSPORTATION TOMORROW SURVEYS IN TORONTO: SPECIAL FEATURES AND DATA DISSEMINATION PROGRAM

Gerald N. Steuart
University of Toronto

1. BACKGROUND

Travel information collected in North America during the late 1950's and early 1960's has proven to be a valuable resource to urban transportation planners. Uses of these data over the last thirty years has been far beyond anything anticipated by the original application, usually a comprehensive urban transportation planning study. The Toronto urban area is typical. In 1964, travel information was collected directly in the homes of 5 percent of the households in the survey area. All procedures including the sample size was in accordance with standard practice at the time[1] . These data formed the basis of all travel forecasting in the Toronto area until an update in 1986.

The 1986 travel survey used telephone interviews to collect data, again from approximately 5 percent of the households in the urban area. At that time, experience in Montreal and Vancouver had a significant influence on the data collection method and sample size used in Toronto. Although the major difference between Toronto and the series of travel surveys in Montreal and Vancouver's 1985 survey were organisational, this difference had some important impacts. The design and conduct of the surveys in Vancouver and Montreal were the responsibility of a single agency, whereas the Toronto survey was a collective and co-operative undertaking by nine different agencies. In addition, these nine agencies represent the interests of three levels of government, a provincial government, six regional governments and thirty-six local governments as well as two large transit properties and several smaller ones. All of these agencies came together with their own independent agenda and data needs. Some of these data demands were current, some were anticipated, and some were speculative. All the participating agencies shared the view that a co-operative data collection effort would be more cost effective than each agency engaging in a series of independent actions. The fact that a forum related to travel information (Toronto Area Transportation Planning Data Collection Steering Committee, TATPDCSC) had been in existence for a decade was an important catalyst to the establishment of a large scale travel survey. The forum

---

[1] National Committee on Urban Transportation, *Conducting a Home Interview Origin-Destination Survey,* Procedure Manual 2B, Public Administration Service, Chicago, 1958.

provided the appropriate setting for discussion of collective data needs and the efficiencies possible by co-operation.

The committee agreed that a travel survey should fulfil three general principles; the survey would be cross-sectional using the dwelling unit as the sample base, the information should contain sufficient information to identify spatial connections, and the information must be appropriate for a wide variety of applications. The committee undertook a review of general practice in the related field of market research and procedures used in other travel surveys in North America. In market research, the procedure begins with a careful definition of the problem, then a definition of an acceptable margin for error, followed by a survey technique and sample size that satisfy these conditions in the most cost effective manner. Surveys are usually carried out for a single purpose and a new survey is conducted if the purpose changes. Conversely, travel surveys in general and the Toronto travel survey in particular must satisfy the data needs of a broad range of problems, some of which are known and some will only be defined at a future time. Under these conditions, the survey procedures and sample size are usually the result of a qualitative appreciation of error margins and the experience gained from other travel surveys. The final decision in Toronto was to proceed with a travel survey using telephone interviews that collected all trips made by persons in 5 percent of the households during the previous day. The final data set of 1986 travel contains detailed information on 370,000 trips taken by 171,086 individuals residing in 61,453 households2 .

The Ministry of Transportation Ontario undertook the initial steps in creating a data base from the survey results that would satisfy the needs of a broad range of problems and applications. The establishment and maintenance of such a data base was a more complex task than originally anticipated. It became clear that if the data were to be available in an appropriate form for a wide range of applications over an extended period of time, some group or organisation would need to assume responsibility. A group at the University of Toronto submitted a proposal that the information processing and related tasks be located at an existing university centre. One advantage, among others, would be the appearance and the reality of providing data to all users in a completely impartial fashion. The Data Management Group was established and funded by the members of the previously mentioned Steering Committee (TATPDCSC) in 1988 at the University of Toronto's Joint Program in Transportation to accomplish the following objectives:

- establish a common, centrally-accessible data base containing information on transportation activities, zone systems, transportation networks and land use activity;

[2] Transportation Tomorrow Survey, *Version 2.2 Data Guide*, Report 3, Ministry of Transportation Ontario, August, 1988.

- provide a transportation data retrieval service to the participating agencies:
- monitor the adequacy of available data and propose approaches for adding to or updating the data as mutually agreed upon by the agencies;
- promote greater interaction between university researchers and practitioners concerned with the application of transportation data and methods of demand analysis to transportation planning in the Greater Toronto Area. This should also encourage the development of more trained specialists in the field of transportation planning and operations;
- promote the communication of transportation information and data obtained or administered by the Data Management Group to interested agencies and to the public;
- further the improvement of transportation demand analysis, research, and forecasting in the Greater Toronto Area.

The experience gained by the Data Management Group over the last seven years on the collection, processing and dissemination of urban travel data is the theme of this paper.

2. DATA COLLECTION METHODS

A travel survey in 1991 updated, on the basis of a smaller sample, the information obtained in 1986. The Data Management Group undertook an evaluation of the data collection and processing methods used in the 1986 travel survey and made several suggestions for improvement. The principal suggestion was to improve the data quality with the use of computer technology. Many of the suggestions had been part of a pilot project prior to the 1986 survey3 . In an effort to facilitate the application of these new procedures, the Data Management Group assumed responsibility for management of the 1991 travel survey.

The management team insisted that any changes to the procedures used in 1986 must meet three important criteria. First, it must strengthen the interviewer's ability to contact any specific dwelling unit selected to be part of the random sample. Second, it must encourage an efficient exchange of factual information between the respondent and the interviewer. Third, it must assist in collecting spatial information that can be placed uniquely on a co-ordinate system.

Several requirements indicated that sample control should be automated. These include the importance of scheduling a pre-interview letter to arrive at the respondent's address about one week before the telephone interview, the need to

[3] Steuart GN, Mori B., Noehammer PJ, Direct Data Entry Using Microcomputers - A Travel Survey Pilot Project, *Transportation Research Record 1134*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, 1987, pp. 40-48.

schedule new attempts to contact a household when the telephone is not answered, and the need to monitor the performance of an interviewer. A central computer control of the sample allowed for regular mailing of the pre-interview letter in accordance with the rate at which interviews were being completed.

Sample control also made it possible for an interviewer to know the history of a sample when placing a telephone call. A complete record of the success or lack of success in completing an interview was maintained for each record. The interviewer knew the history of all previous attempts whenever a sample appeared on their computer screen. In addition, return calls could be scheduled, if required, for any particular time or day. Sample control kept processing a request for an interviewer to attempt to make telephone contact at different times on different days until eight attempts had been made.

Once the interviewer made telephone contact with the designated household, the interview information was recorded directly into a computer file. The important design problem was how to use the computer procedures as an enhancement during the actual interview and never to allow the computer procedure to control the flow of the interview. The concept used in the design of the computer procedures and in the training of the interviewers was to develop a procedure that would encourage the respondent to recall all the details of the previous day's activities that involved urban travel for all members of the household. The interview should proceed as an interactive dialogue that must adapt to different situations at different households. However, the interview follows a logical sequence beginning with information about the household, followed by information about the persons in the household, and then detailed information about every trips made by every person. Each step in this sequence has a computer screen4 and each screen was designed to conform to the following principles:

- information is requested in a logical sequence,
- a 'script' can be used by the interviewer if necessary or advantages,
- information can be recorded in any order,
- information can be edited at any time,
- relevant information previously recorded is displayed as an aid to the interviewer,
- supplementary aids are optional for contingency checks and assistance in correct spelling.

Household information was recorded on the screen shown on Figure 1. The first line confirms the date and time as required by the sample control software. The

[4] Ng, Jerry CN, Sarjeant PM, Use of Direct Data Entry of Travel Surveys, *Transportation Research Record 1412,* Transportation Research Board, National Research Council, Washington, 1993, pp. 71-79.

remainder of the screen collects basic information about the household. The screen gives the name, address and telephone number of the sample, which must be confirmed by the interviewer. the centre of the screen organises the information to be collected and the lower portion of the screen is used to assist the interviewer.

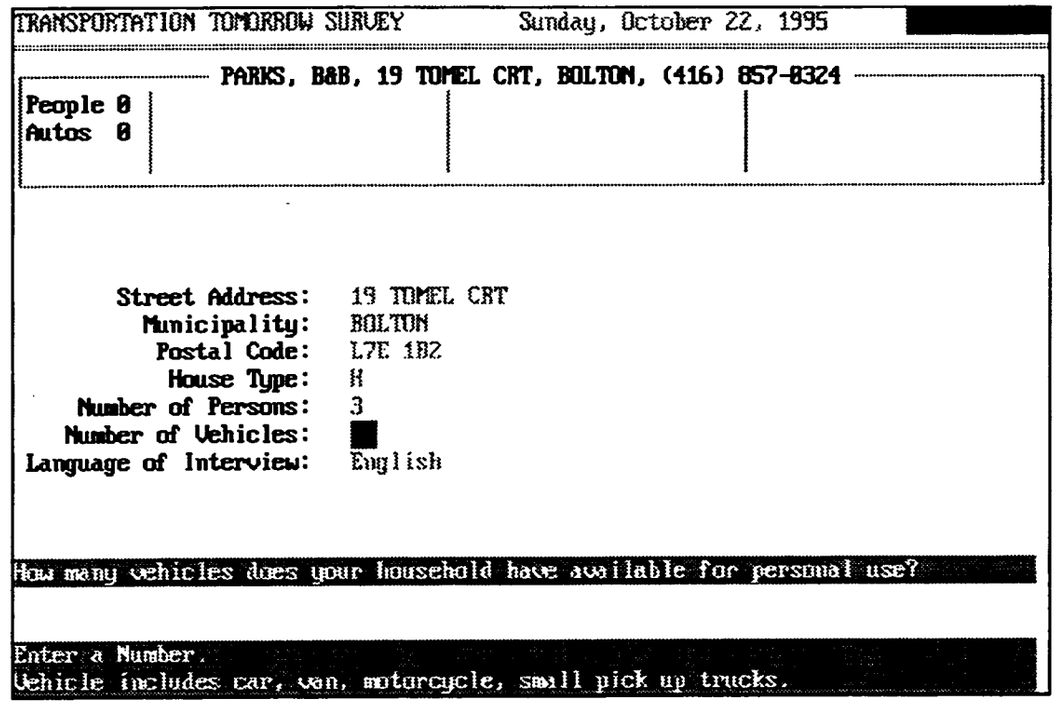


Figure 1: Computer Screen for Household Information

The second screen shown on Figure 2 organises the collection of information on every person in the household. As the information on the left side of the centre of the screen is collected, supplementary boxes appear when the person is employed or is a student. If the person is employed, the interviewer records the address or location of the usual place of work. If the person is a student, the name of the school is recorded. These data on work and school locations are valuable data in themselves and are used subsequently in the interview, primarily to save interviewing time. A summary of the person data appears near the top of the screen in abbreviated form, where the number of lines should correspond to the 'People" variable shown on the screen.

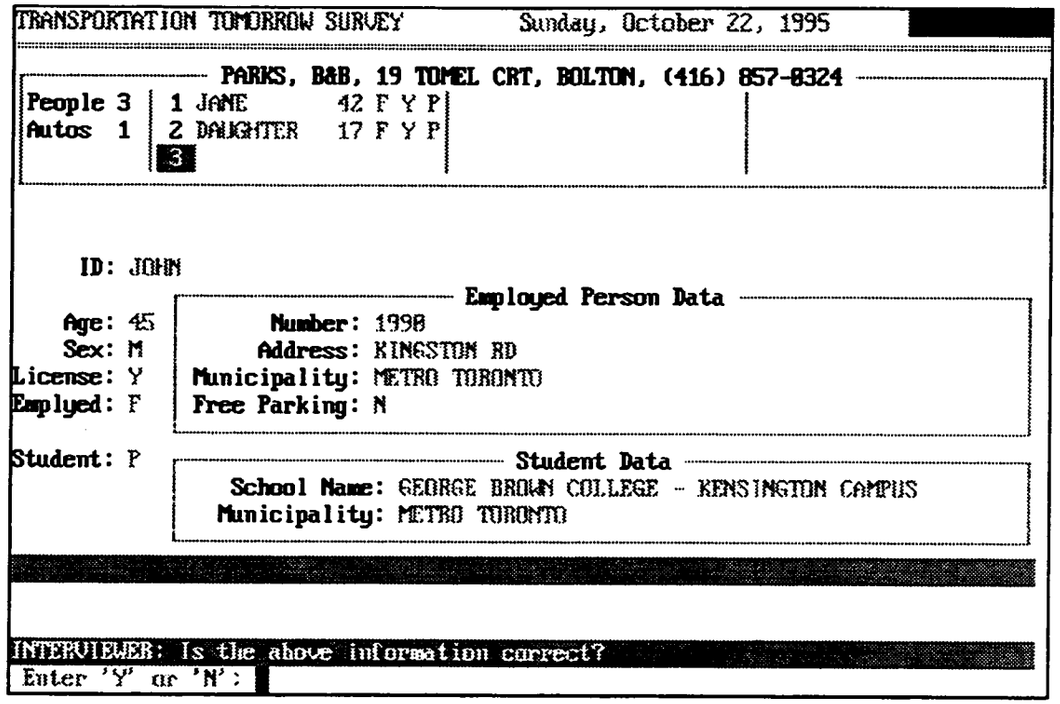


Figure 2: Computer Screen for Person Information

A third screen organises the collection of trip information for every person in the household and is shown on Figure 3. The interviewer encourages the respondent to detail the trips, one person at a time. When a person is selected for detailed trip information, information on the person is highlighted on the upper portion of the screen followed by details, when appropriate, of the usual place of work and school. When the respondent indicates they went to work the interview can ask if they went to the specific address given earlier and, if affirmative, recorded with a single key stroke. The procedure speeds up the interview and gives the respondent confidence in the ability of the interviewer. Dynamic look-up procedures are used to assist the interviewer in establishing the correct spelling and the correct location, particularly if a street of the same name occurs at several locations in the urban area. Transit information is collected in a supplementary box, shown on Figure 4, that is activated every time transit is selected as a mode of travel. Every section of a transit trip is recorded and checks are made dynamically that transfers are possible between the routes of segments specified.

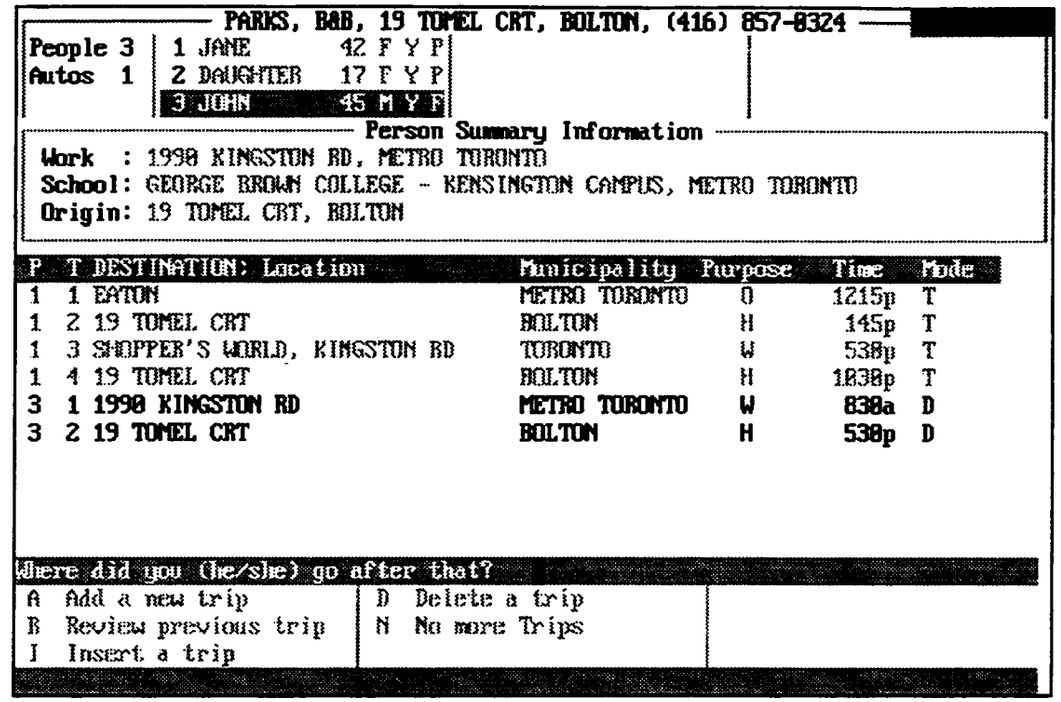


Figure 3: Computer Screen for Trip Information

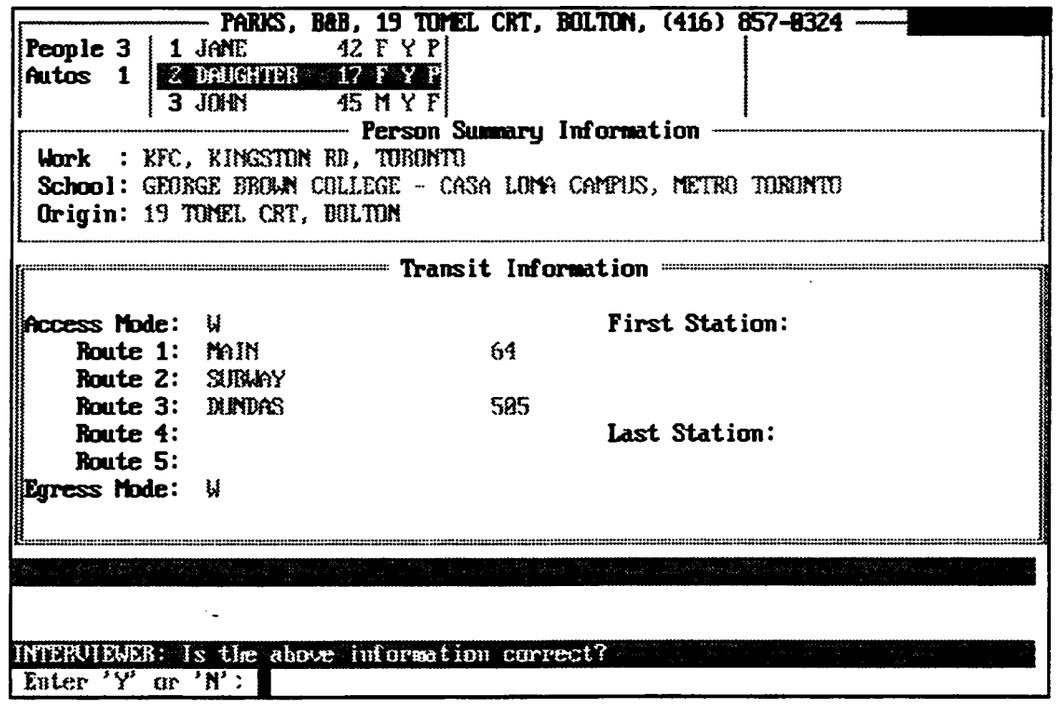


Figure 4: Computer Screen for Supplementary Information on Transit Trips

3. POST-INTERVIEW DATA PROCESSING

Contingency checks, prompts on the computer screen and look-up tables in the procedures described above, provide information in all data fields in a form that can be translated easily into computer codes with the possible exception of spatial location. Spatial locations in the 1986 survey and again in the 1991 survey were identified and stored in a computer file using a rectangular co-ordinate system. A process normally referred to as geo-coding. If the geo-coding process is to be effective, every spatial location should be uniquely defined on the co-ordinate system. Street addresses can be used to define a unique location. Geo-coding procedures to transform an address to a set of co-ordinates are available for all major urban areas in North America. Two major problems exist; first, the files containing streets and address ranges are never completely up to date, and second, many trips are made to locations where the respondent does not know the address.

Schools are an example of locations that are specified by their name rather than their street address. As can be seen from the example in Figure 2, school information is collected by name only and the address is never mentioned. schools are an example of a common place name where the address is seldom known. A list of common place names and co-ordinates corresponding to their location, of which schools are an example, was compiled partly in anticipation of how responses would be made and partly as a reflection of the responses that were recorded. The interviewers instructions were to accept any common place name that could be readily identified on a map or cross referenced in a directory of business telephones. The standard procedure was to obtain an address wherever possible, except for schools, followed by a common place name, and as a last resort, the nearest intersection. Placing trip ends at the co-ordinates of an intersection produces serious problems in any procedure that assigns trip ends to a zone system.

A logical extension of the use of computers to assist in the process of interviewing would have been to geo-code the spatial information as it was collected. Preliminary tests indicated that the time delays in on-line lookup and the interaction needed to obtain a valid location began to dominate the interview and confuse the respondent. Computer files of all addresses and common place names in an urban area of over 4 million people became too large. If the process of interviewing was to be continued without interruption, geo-coding would need to be accomplished in less than three seconds.

The 1991 travel survey chose to make coding, including geo-coding, a separate but integral part of the interviewing process5 . It was separate in that a different set of people were trained to code the computer files passed on from the

[5] *1991 Transportation Tomorrow Survey: Design and Conduct of the Survey* , Report 26, Joint Program in Transportation, University of Toronto, October, 1992.

interviewers. It was integral in that interviewing was carried out during the evening and coding was carried out during the following day. Thirty percent of the files were processed on a computer without human intervention. The remainder of the files were presented on a computer screen for an intelligent decision from a coder. Most decisions were related to geo-coding and almost all were related to places other than the home location, with the largest number coming from irregular travel for purposes other than work or school. Coding in this manner allowed for dynamic update of the file containing the co-ordinates of common place names.

Once contact has been made in a telephone survey, any follow-up to clarify an anomaly can be accomplished easily and with excellent response. However, a survey based on the respondent's recollection of travel on the previous day, requires that any follow-up be carried out as soon as possible after the initial interview. The coding procedure was designed to take advantage of this fact. If information could not be coded, the file was returned to the interviewing process for clarification on the evening following the initial interview, usually to the same interviewer.

As part of the process, the choice of a rectangular co-ordinate system was important as it became the base or metric for all spatial information related to transportation planning. The decision in 1986 was to adopt the same co-ordinate system as the one used by Statistics Canada. The conversion of all spatial information that existed at that time to a common co-ordinate system, including a computer representation of transportation network, was a large task. The results have been worth the effort as spatial information can now be shared easily by different agencies and related to different data sources. Routines are available to translate between practically any co-ordinate system, however, the practical advantages of everyone sharing the same co-ordinate system are significant.

4. DATA DISSEMINATION AND SHARING

The Steering Committee (TATPDCSC) agreed at the outset, as stated earlier, that one of the principles of collective data collection was that the information would be available for a wide variety of applications. In 1988, as coding, checking and validating the data set came closer to completion, it became clear that the task of creating a workable arrangement for the distribution and sharing of these data was complex. If all the data were to be located at one of the nine agencies, it was not clear how the costs could be identified, neither was it clear how these cost could be reimbursed. If the data files were simply to be distributed to every participant, it was possible that some of the effectiveness of the data would be lost because of the difficulty in maintaining nine data access procedure, many of which would be used infrequently.

The University of Toronto's proposal to establish a Data Management Group at the Joint Program in Transportation attempted to address all these issues. The Steering Committee would be established as the collective funding agency and

would have the authority to approve the work program of the group. This arrangement ensures that the activities of the group reflect their collective needs and the level of funding reflects the level of demand for the data. The costs are clearly identified and distributed equitably among the users.

An important question was whether the costs should be allocated on a project by project basis or allocated according to some measure of size, such as population. The latter method was chosen to encourage all users to explore the data, to promote wide spread use of the data, to encourage a dialogue between the data providers and the data users, and to reduce the overhead on providing data. The data are provided without charge to any public sector planning activity whether undertaken by an agency using their own staff or using a private consultant. Because the funding agencies represent all regional governments, which in turn represent all local governments, data are provide to any level of government. The Steering Committee receives regular reports that allow it to monitor use to be certain a reasonable level of fairness is maintained in cost sharing.

The data are maintained at the Data Management Group in the form of a relational data base. Originally, a staff member at the Data Management Group processed a request for information and assembled the results as a computer file in any format specified by the user. This procedure helped to develop user's confidence in the data and established a pattern in the type of travel information requested most frequently. On the basis of common interest, it was also possible to assemble some related information that could be shared by all agencies. It was then possible to develop a data retrieval system that allows the user to prepare their own tabulations and cross-tabulations according to their own particular needs[6] . The data retrieval system operates on a central computer system and is available via modem.

The data are used widely with the processing of more than 100 data requests every year. Because agencies from all levels of government are sharing the same information, improvement in communication and co-operation between agencies has been a tangible benefit. Duplication of effort has been reduced. The funding agencies believe that relevant travel information is being provide to projects at a fraction of the cost of uncoordinated data collection for each project. The collective cost, however, is substantial.

Experience with processing of the travel information contained in the two large data sets, 1986 and 1991 Transportation Tomorrow Surveys, indicates how important ease of access is to wide acceptance and use of the information. As access is improved in terms of ease of use to a wider community of transportation planners, the number of applications and the innovation of these applications improves

[6] *Transportation Tomorrow Survey Data Retrieval System User's Manual*, Report 19, Joint Program in Transportation, University of Toronto, May, 1991.

accordingly. The long-term cost of providing this level of access to a wide community of users is of the same magnitude as the cost of collecting the data. The concept of the Data Management Group addresses these cost directly rather than having them absorbed within the existing operating budgets of a variety of agencies. In addition, these data are used more extensively and the collective cost is significantly smaller than the potential sum of individual costs to provide the equivalent service.

The planning of most large scale surveys of urban travel tends to under estimate the issues associated with the dissemination of the resulting information and the associated long term cost of providing access to the information. The real potential of the data may never be realised if these issues regarding access over the long term are not dealt with explicitly.

5. POLICIES OF THE DATA MANAGEMENT GROUP

Several aspects of the operating procedures of the Data Management Group contribute to its wide acceptance in the local community of urban transportation planners. These operating procedures all follow from the concept of a group to provide information and technical support to the community of planners.

The aspect of technical support was enhanced by a series of decisions that led to sharing a computer at the Data Management Group for transportation demand analysis. Access to the central computer system is provided through a variety of wide area network connections, including modem, digital telephone link and digital data link. The wide area network includes all funding agencies which can in turn allocate their access privileges to private consultants for particular studies. Sharing of the same computer system leads to efficient sharing of information and an effective link to the travel data. The Data Management Group provides technical support for all aspects of this interaction. The result is a planning environment where the discussion focuses on the issues rather than on the validity of the data being used.

The funding agencies and the local governments they represent carry out, or have consultants carry out, the actual forecasts and planning studies. The Data Management does not carry out any independent forecasts or planning studies. The general concept is that all forecasts and related planning studies encompass a certain perspective. If the group were to engage in these activities, their position as an independent source of information and technical support would be jeopardised.

Acceptance by the private consultants in the field of urban transportation planning is important to the long term success of the group. Private consultants actively use the computer resources and information services and their support is important to the long term success of the Data Management Group. Consequently, staff associated with the Data Management Group do not engage in any outside consulting on urban transportation and their names never appear on a particular

consultant's response to a request for proposals. The services of the group are available to anyone and should not be used to support any particular consultant. In general, the consultants are strong supporters of the Data Management Group.

Travel data remains on file at the Data Management Group in very much the form it was collected. This again is a conscious decision to remove any suspicion that any adjustments to account for bias in the data was carried out to support a specific agenda. Several reports are available that investigate the various forms of bias[7],[8] and staff provides advice on the reliability of the data for specific applications but adjustments are carried out at the project level.

The operation of the Data Management Group continues to have strong support after more than seven years of operation. The planning of an expanded travel survey in 1996 includes an important role for the group for the next several years.

BIBLIOGRAPHY

National Committee on Urban Transportation (1958), *Conducting a Home Interview Origin-Destination Survey,* Procedure Manual 2B, Public Administration Service, Chicago.

Ng, JERRY CN, SARJEANT PM (1993), Use of Direct Data Entry of Travel Surveys, *Transportation Research Record 1412,* Transportation Research Board, National Research Council, Washington, pp. 71-79.

STEUART GN, MORI B, NOEHAMMER PJ (1987), Direct Data Entry Using Microcomputers - A Travel Survey Pilot Project, *Transportation Research Record 1134*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, 1987, pp. 40-48.

Transportation Tomorrow Survey, *Version 2.2 Data Guide*, Report 3, Ministry of Transportation Ontario, August, 1988.

Analysis of Transportation Tomorrow Survey Data Bias: Due to the Use of Informants, Report 16, Joint Program in Transportation, University of Toronto, April 1991.

Transportation Tomorrow Survey Data Retrieval System User's Manual, Report 19, Joint Program in Transportation, University of Toronto, May, 1991.

1991 Transportation Tomorrow Survey: Design and Conduct of the Survey , Report 26, Joint Program in Transportation, University of Toronto, October, 1992.

---

[7] *Analysis of Transportation Tomorrow Survey Data Bias: Due to the Use of Informants,* Report 16, Joint Program in Transportation, University of Toronto, April 1991.

[8] *Under-reporting of Trips in Telephone Interview Travel Surveys*, Report 32, Joint Program in Transportation, University of Toronto, January 1993.

Under-reporting of Trips in Telephone Interview Travel Surveys, Report 32, Joint Program in Transportation, University of Toronto, January 1993.

SYNTHESE DU CHAPITRE 1
STRATEGIE GLOBALE DE PRODUCTION DE DONNEES

Odile Andan, Pierre-Yves Péguy, Romain Petiot
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
Université Lumière Lyon 2, ENTPE, CNRS

Cette première partie a pour objet d'aborder les liens de dépendance entre la méthodologie de production de données sur les déplacements urbains et le contexte dans lequel elle est mise en oeuvre. Elle traite d'une phase préliminaire à la réalisation d'une enquête à savoir la prise en considération des objectifs assignés à l'enquête, des usages qui en sont attendus et des contraintes du milieu local. En effet ces trois dimensions sont fondamentales pour désigner le choix de la méthode d'enquête et ses divers attributs.

1. LE GLISSEMENT DES ENJEUX DE LA PLANIFICATION DES TRANSPORTS GENERE DE NOUVEAUX BESOINS DE DONNEES

Les méthodes d'enquête ont sensiblement évolué sous l'effet du glissement des enjeux de la planification du transport, en lien avec la complexification des problèmes de gestion des déplacements urbains (Peter Stopher). Les besoins actuels des politiques se traduisent par de nouvelles curiosités auxquelles les enquêtes existantes peuvent ne pas répondre.

Dans la période de croissance économique des années après guerre et avec le fort développement de la motorisation, l'intérêt des politiques s'est focalisé sur les problèmes liés aux investissements en infrastructures. Il s'agit alors d'ausculter les tendances socio-démographiques en relation avec les questions de mobilité afin d'alimenter les modèles de prévision de demande. L'enquête de déplacements auprès des ménages, visant à la mesure de choix révélés, est le principal outil utilisé tant en Europe qu'en Amérique du Nord pour collecter les données en grand nombre servant de base à la planification et la modélisation. Cet instrument de mesure subit lui-même de nombreux changements dans la forme et l'objectif. Dans un premier temps, les modèles à quatre étapes utilisés pour les prévisions de trafic sont alimentés à partir de données agrégées. Par la suite, de nouvelles approches amènent à focaliser l'analyse au niveau de l'individu et à enrichir les données au niveau de l'individu afin de mieux saisir les facteurs qui les influencent. Cette désagrégation a été non seulement appliquée au niveau de l'individu, mais aussi à celui du déplacement. Cette analyse basée sur le déplacement qui est repéré finement dans le temps et l'espace a permis de proposer une nouvelle approche complètement désagrégée de la modélisation illustrée par l'exemple de MADITUC à Montréal (Robert Chapleau), permettant de renouveler complètement les paramètres de modélisation des transports urbains.

Dans la dernière décade, face à des problèmes de congestion, de pollution ou de crise de financement, les orientations des politiques de transport visent désormais plus à manager les infrastructures existantes ou à développer des stratégies d'orientation de la demande, qu'à construire de nouvelles infrastructures. Ces orientations se concrétisent par de nouvelles actions telles que l'introduction de véhicules à faible émission, les péages urbains ou suburbains etc. Il s'agit alors d'évaluer comment le public pourrait réagir à ces alternatives qui ne sont pas actuellement expérimentées. Il faut donc chercher à comprendre les *raisons* des choix de comportements actuels et futurs et non plus se contenter de décrire les pratiques existantes. Ceci impose un ensemble complexe d'informations et par voie de conséquence une tonalité plus qualitative aux méthodes. L'attention se focalise sur des mesures de choix déclarées, utilisant des techniques de préférences déclarés ou des techniques de jeux-simulation (réponses déclarées) permettant grâce à l'exploration approfondie des processus de décision individuelle de fournir au décideur quelques idées sur les réactions du public à ces mesures non expérimentées (Stopher). La combinaison de ces méthodes avec celles de préférences révélées permet d'assurer une meilleure fiabilité de l'information recueillie.

2. L'INFLUENCE DES USAGES DES DONNEES

Un autre facteur de changement de la production de données est relatif à leur utilisation (Robert Chapleau). En premier lieu les enquêtes trouvent des domaines d'application de plus en plus variés impliquant l'élargissement de l'information. Cet élargissement est largement illustré par le cas de Montréal où il apparaît lié à l'évolution conceptuelle opérée dans la planification des transports urbains. Celle-ci s'accompagne d'une volonté d'envisager des problématiques de plus en plus larges, générant par là même un système d'information à intégration cohérente qui fait appel à des données géomatiques, une localisation plus fine des origines-destinations. On peut distinguer quatre étapes dans l'évolution de ce processus en fonction des usages recherchés :

- avec le développement des modèles pour l'analyse des réseaux de transport, les matrices désagrégées de déplacements tirées des enquêtes-ménages viennent se substituer aux matrices O-D agrégées par zone afin de réaliser une affectation plus précise sur les réseaux ;
- avec le développement des analyses catégorielles de la demande, les bases de données s'enrichissent de nouvelles variables d'ordre socio-démographique,
- l'examen des aspects redistributifs des transports amène à comptabiliser les statistiques selon le territoire géopolitique de résidence ;
- la volonté d'intégrer, de manière cohérente, toutes les données nécessaires à l'édification d'un système de renseignements utiles à l'usager a favorisé le développement d'applications impliquant la géomatique et la chronomatique.

En second lieu, la nécessaire prise en compte des usages qui seront faits de l'enquête, a amené à rationaliser le recueil des informations sous deux aspects. Tout

d'abord la recherche de cohérence entre les données à produire et les usages envisagés incite à éviter les questions inutiles, donc à éviter une surenchère dans la production des données. Par ailleurs la recherche d'une plus grande efficacité de la collecte a amené des organismes de planification, tels que ceux des secteurs public et privé de Toronto (Gerald Steuart) à se coordonner pour mettre au point une production unique de données. Ce partage de données entre divers organismes a le double avantage d'améliorer les communications entre eux et de réduire les efforts en double. La multiplicité des applications envisagées par chacun d'entre eux impose un choix complètement différent des conditions de collecte, de traitement et de diffusion des données de mobilité urbaine. En particulier l'accent est porté sur la manière la plus efficace pour collecter les données, en ayant recours à l'ordinateur. L'usage de l'ordinateur permet d'améliorer la qualité des données grâce au meilleur contrôle de l'échantillon et à la minimisation des erreurs pour rentrer les données.

Cette prise en compte de l'usage de l'enquête soulève un débat *sur les trois plans* suivants :

- les incidences de certains usages qui peuvent induire un manque de distanciation dans la production des données. Celle-ci plus destinée à servir les enjeux poursuivis par les producteurs de données qu'à fournir une meilleure connaissance de la réalité, peut se trouver biaisée ;
- les risques d'utilisation inappropriée de données quand celles-ci se révèlent incohérentes par rapport aux questions à traiter ;
- la diffusion des données qui pose divers types de problèmes : conditions d'accès aux données, ressources nécessaires, financement de la production de données dans le cas où il y a plusieurs partenaires. L'exemple de Toronto fournit une solution originale de cette diffusion avec le recours à un organisme universitaire qui présente l'avantage de fournir des données à tous les utilisateurs de manière impartiale.

3. L'INFLUENCE DU MILIEU LOCAL

La production de données s'inscrit aussi dans un contexte local qui par un jeu complexe de contraintes et d'opportunités intervient sur son évolution.

3.1. La production de données à l'épreuve du contexte socio-culturel

Le cas des pays en développement illustre ainsi un problème d'adéquation entre les données socio-démographiques existantes et la forte croissance démographique (Yves Bussière). La réalisation des enquêtes-ménages à Marrakech ou à Puebla a ainsi permis de dresser les constats suivants :

- l'insuffisance des données démographiques issues de recensements vite obsolètes empêche la constitution d'échantillonnages fiables et rend impossible la pondération des résultats ;

- la difficulté de réaliser les enquêtes cordon et les enquêtes écran nécessaires au calibrage des modèles ne permet pas d'obtenir les informations complémentaires sur les déplacements issus de zones extérieures ;

- la variété modale des transports (forte utilisation de la marche à pied et des deux-roues, transport simultané de personnes et de marchandises) perturbe la définition même du déplacement lors des enquêtes traditionnelles.

Le développement de méthodes complémentaires telles que l'observation vidéo des axes urbains de transport apporte certaines solutions. Elle permet d'une part de compléter l'enquête ménages pour recenser des déplacements ignorés jusqu'alors (à destination de la région d'analyse et en provenance de la périphérie), d'autre part de faciliter voire de valider le calibrage de l'enquête ménages en comparant les données de l'enquête avec les flux réels observés. Ce type d'enquête offre des possibilités supplémentaires comme l'estimation de la part du transport de marchandises dans les déplacements, pour un coût très abordable, et une grande fiabilité dans des villes à la trame viaire ancienne et très irrégulière. L'expérience de Marrakech tend à montrer la richesse de la combinaison d'enquêtes pour constituer des données de base et améliorer le calibrage des modèles dans un contexte socio-culturel spécifique.

L'influence du milieu socio-culturel se fait sentir également sur d'autres domaines, comme en France, au niveau de l'utilisation des données (Marie Odile Gascon). La loi Informatique et Libertés, soucieuse de préserver l'aspect confidentiel des données informatisées, a rendu particulièrement difficile l'accès à certaines données. De plus, elle limite les possibilités de désagrégation des données pour des raisons de protection des libertés individuelles. Aux Etats-Unis, la difficulté des visites à domicile en raisons d'une insécurité croissante, la lassitude des enquêtés face à des enquêtes de plus en plus nombreuses et la recherche de la rentabilité des enquêtes remettent en cause le processus même de recueil des données. Le glissement des méthodes «face à face» vers des enquêtes téléphoniques permet de contourner cet écueil tout en assurant une qualité au moins constante des données.

3.2. Le contexte technique

Le contexte socio-culturel perturbe la production de données, mais les pertes occasionnées sont à nuancer par les résultats de l'avancée technologique. Le développement informatique sous l'angle de la miniaturisation des outils informatiques a fourni de nouvelles possibilités pour augmenter les échantillons, affiner l'information, et a bouleversé les procédures même de recueil de données, soit à domicile, soit par téléphone. Le recours à ces procédures informatisées permet de réduire les marges d'erreurs, d'augmenter la précision des questions et améliore in fine la productivité des enquêtes.

Mais les sirènes du développement technologique ne doivent pas faire oublier les objectifs premiers des enquêtes. L'avancée technologique ne doit pas amener à se poser la question unique du mode de production des données au détriment de la question du modèle que l'on veut construire et des objectifs de l'enquête. L'enrichissement technologique doit rester de l'ordre de l'amélioration instrumentale.

Enfin la dynamique scientifique par elle-même a contribué aussi à améliorer la performance des enquêtes sur deux plans principalement :

- la productivité de l'enquête : la recherche d'un meilleur taux de participation amène à modifier peu à peu la procédure de contact avec les personnes enquêtées. L'entrevue anciennement conduite par un processus de contact à froid, sans contact préliminaire avec le ménage, a été remplacée par la suite par une procédure d'enquête qui inclut un contact à froid par téléphone pour recruter le ménage, puis un courrier avant la récupération des données par contact téléphonique assisté par ordinateur ;

- l'amélioration de la fiabilité des données : il a été reconnu très tôt que l'entrevue conventionnelle au domicile, fondée sur le rappel des déplacements passés, fournissait une sous estimation significative de certains déplacements, surtout ceux associés à de petites courses et des déplacements non issus du domicile. On a espéré échapper à cette sous-estimation, en demandant à chaque membre de remplir un carnet de bord pour obtenir un report en temps réel des déplacements de chacun. Ce type d'enquête auto-administrée a posé à son tour de nouveaux problèmes de par la confusion entre déplacements et activités qu'il a générée dans l'esprit de l'enquêté, entraînant par là même une évolution dans la conception de l'outil. L'évolution du carnet de bord des déplacements vers le carnet de bord des activités est venue de l'idée que les gens se rappellent plus volontiers les activités qu'ils pratiquent, et ce passage s'est concrétisé par un réordonnancement des questions et non par l'introduction de questions supplémentaires. Enfin le concept de carnet de bord d'utilisation du temps a réglé le problème de confusion entre déplacements et activités, en considérant l'ensemble de la journée comme devant être mentionné et en traitant le déplacement comme n'importe quelle activité. Ce nouveau carnet de bord représente une réduction de l'effort à fournir, car il supprime toutes les questions annexes du carnet de bord d'activités portant sur la manière dont les gens se sont déplacés (Peter Stopher).

CONCLUSION

Cette diversification des méthodes d'enquête ne doit pas être prise comme l'expression d'un affrontement entre diverses écoles de production de données, mais plutôt comme l'expression d'un enrichissement du savoir-faire au fil des années permettant de mieux répondre à la multiplicité grandissante des besoins en connaissances. Toute production de données est avant tout un processus dynamique

qui a abouti à l'élargissement de la palette des méthodes disponibles ainsi qu'à l'amélioration des performances de chacune d'elles.

CHAPITRE 2

QUALITE DES DONNEES ET METHODES D'ENQUETES

RESPONSE RATES - DO THEY MATTER?

Elizabeth Ampt
Steer Davies Gleave, London

1. INTRODUCTION

Travel data of one form or another is constantly being used as the basis of planning and decision making. It is therefore critical that the data produced is valid and reliable. In fact, it has been argued that non-robust data has policy implications which are worse than having no data at all.

This paper takes one of the elements of data quality - response rates - and looks at their implications on travel data. Previous results from mail-back surveys and intercept surveys (road-side interviews) are cited, and there are some detailed results given for a previously neglected form of survey, often associated with stated preference methods. These can be classified generically as surveys which take place in activity centres, and include surveys at shopping centres, on-street, or what in the UK are referred to as «hall surveys».

2. THE IMPORTANCE OF RESPONSE RATES

But first we need to address the issue of why response rates are important at all. They are important for one reason only - if the people who respond are different (in respect of the variables of interest) from those who do not respond.

Take as a simple example, a case where the objective of a survey is to measure trip rates by mode in a certain town. Furthermore, take the extreme case where, after selecting a random sample, all males in the sample responded, and all females did not. If, from some independent and valid source it was known that males had the same trip rate by mode as females in that town, and if the only objective was to measure trip rate by mode; there would be no need for concern at what might otherwise be considered a very low and biased response.

Cases like this are however extremely rare, possibly even non-existent. Almost without exception there is little or nothing known about non-respondents, and hence there is no way of knowing whether the results from these people are representative of those from respondents. This, therefore, reinforces the importance of two important components of survey design:

- gaining high response rates, and/or;
- gaining knowledge of the relevant behaviour of non-respondents.

Previous work has concentrated on the importance of response rates in self-completion travel surveys (e.g. Richardson, al., 1995; Ampt, Richardson, 1994), but this paper gives examples of cases where knowledge of behaviour of non-

respondents is known to highlight the implications of these two components in several different survey types.

3. CALCULATION OF RESPONSE RATES

Since response rates are not commonly reported as part of the survey results (a practice which this author argues should be rectified), it is worth beginning with a brief description of the way in which response rates are calculated in this paper.

They are calculated in the following way. From the *gross sample* size is subtracted those members of the sample from whom a response could not be obtained for reasons which do not affect the quality of the sample in relation to the survey objectives. These elements of the initial gross sample have been called *sample loss* (Richardson et al., 1995) and *genuine non-response* (Wermuth, 1985). Examples of sample loss are:

- in a *household-based* travel survey: households which are vacant on the survey day (as opposed to all persons being out of town) and which could therefore not possibly generate any travel;
- in a household-based *telephone survey*: phone numbers which are not valid numbers or which are numbers of commercial businesses. Note that this is contrary to common practice in the US in which «the percentage of no-answers that are considered nonresponse is equal to the percentage of in-scope households for the calls for which answers are received» (Transportation Research Board, 1995);
- in an *non-board survey* on long-distance trains or coaches where seat numbers have been used as the sampling units: any seats in which there is no-one sitting for the relevant portion of the journey.

The resultant number is the *net sample size*. The number of total responses is then taken as a percentage of this net sample size, as in the example in Figure 1.

Given 100 households in the gross sample, 5 vacant dwellings, and 74 full responses, the response rate would be:

Gross sample size	100	
Sample loss	- 5	
Net sample size	95	
Responses	74	
Response rate	**74/95**	**= 77.9%**

Figure 1: Calculation of Response Rate

Since, as pointed out earlier, it is rare that we know any objective-specific information about non-respondents, it is very important to note that elements of the sample which exist, but which/who are *not contacted* are **not** sample loss, and cannot be discarded as not affecting the quality of response. For example,

households or people who cannot be contacted after repeated visits, mailings or phone calls, households with answer-phones, or people who are on board a train, but cannot be located because they did not sit in their allocated seat - are very likely to affect the quality of response, and hence cannot be considered as sample loss.

4. NON-RESPONSE IN SELF-ADMINISTERED SURVEYS

As early as 1980 there was concern about the effects of low response rates on trip rates reported in the work of Brög, Meyburg (1980) and Brög, Meyburg (1982) in which households in Germany were surveyed. Characteristic of this type of finding was the data resulting from the well-known self-administered, mail-back survey, KONTIV, in which people responding to different reminders were reported to have ever-decreasing trip rates (Figure 2). While the figure does not report data for ultimate non-respondents, it is argued that respondents to all reminders are essentially non-respondents to the first mailing.

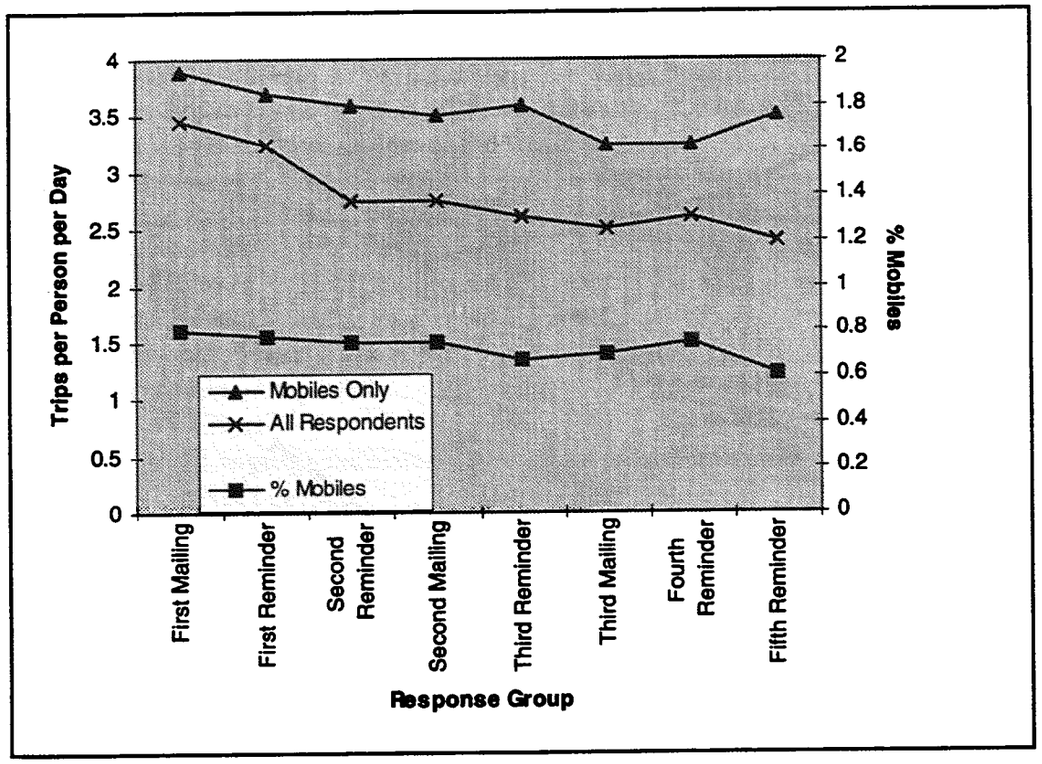


Figure 2: Travel Characteristics of «Reminded» Non-Respondents (Meyburg, 1982)

What the data suggests is that not only do non-respondents make fewer trips per day and per mobile person, but also that among non-respondents to self-completed surveys there is a greater propensity not to travel at all. It has been argued that the likely reason for this type of occurrence is that people who travel a

lot respond positively (and hence quickly) to a survey which appears to target something of great importance to them, while those who travel very little or not at all feel that the survey is not really for them, and hence it takes several reminders to convince them of their need to respond (Brög, Meyburg, 1980).

More recent work (Polak, Ampt, 1995) carried out an analysis of a similar self-completion mail-back survey in Australia in which not only was there a series of reminders, but in which data was obtained for a sample of households which did not respond to *any* of the 4 reminders used in the survey. Personal interviews were carried out at a sample of households from which there was no response - both passive (no questionnaires returned) and active (a refusal of some type). Similarly, personal interviews (using the same instrument as for non-respondents) were carried out at a sample of households which responded (to double-check data collected in the self-completion method). This ensured that comparisons between respondents and non-respondents were valid. The survey methodology is described in detail in Richardson, Ampt (1994). Figure 3 shows the comparable results for respondents and non-respondents.

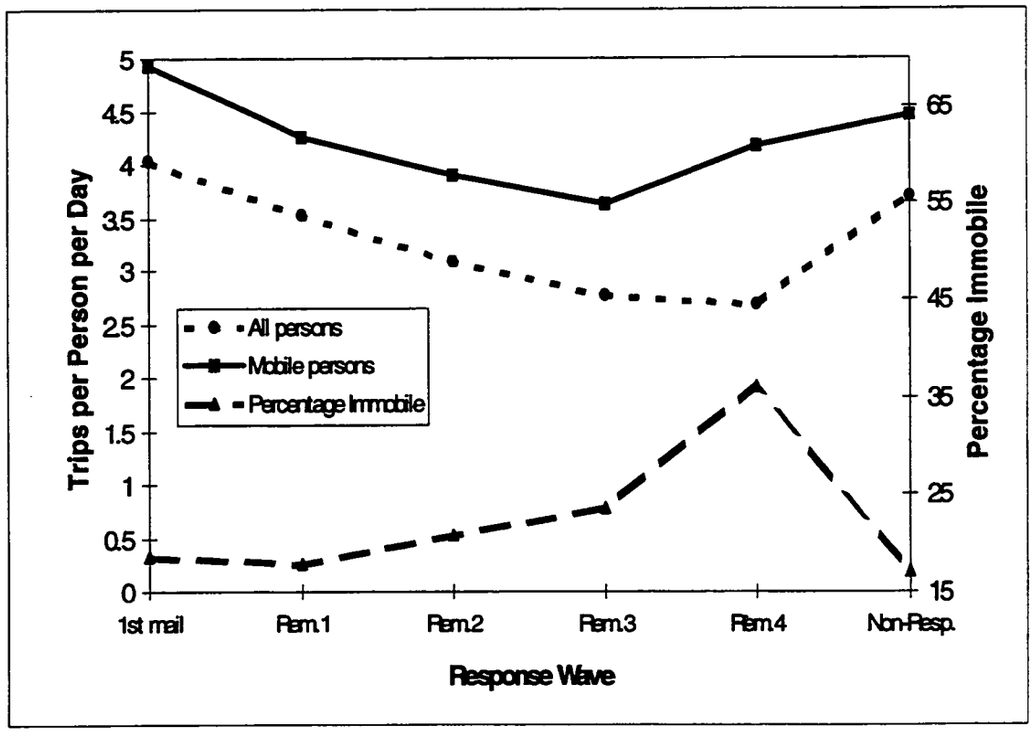


Figure 3: Characteristics of «Reminded» and Actual Non-Respondents

The cumulative response rates for each wave in the above figure were: 38% for the first mailing, 57% after the first reminder, 63% after the second reminder, 71% after the third reminder (second mailing), and 76% after the fourth reminder.

As in the German work, people who respond to the reminders appear to make increasingly fewer trips per person while the number of people who do not travel at all (immobiles) increases. Of significance though, is the different results for those people who were interviewed as non-respondents. Here trip rates per person and per mobile are nearly as high as for those people who responded first, and the immobility rate is correspondingly nearly as low. There are two likely reasons for this.

The first is the fact that the non-response interviews were carried out as personal interviews - which are known to give more reported trips, whereas the main survey was self-completion. This effect, however, should be minimised since the mail-back data has been weighted using data from validation interviews (personal interviews) of a sub-sample of people mail-back respondents (Ampt, Richardson, 1994). More likely is the fact that non-respondents genuinely carry out more trips than their responding counterparts. Table 1 which presents reasons reported for initial non-response to the mail-back questionnaires supports this, with «too busy» (often travelling) being the most important reason after a general unwillingess to complete surveys. On the other hand, even if the people who felt the survey was not relevant to them were added to those who said they did too little travel, this would still remain one of the smallest groups.

Reason for Non-Response	No.	Percentage
Anti-survey	88	35%
Too Busy	51	20%
Lost forms	30	12%
Too complicated	18	7%
No comment reported	17	7%
Illness	15	6%
Language problems	13	5%
Not relevant	11	4%
Too little travel	7	3%
Total	250	100%

Table 1: Reported Reasons for Non-Response

In both of the cases reported here, there is an important conclusion that non-respondents travel differently than those who respond. Other work (e.g. Richardson, Ampt, 1994) has also suggested that the type of trips people make in terms of mode and purpose also varies between respondents and non-respondents, again confirming the importance of both high response rates and knowledge of the relevant characteristics of non-respondents.

5. NON-RESPONSE IN ROADSIDE INTERVIEW SURVEYS

There is no known follow-up of people who did not respond to roadside interviews, although some work done by Bonsall, McKimm (1993) does suggest that different survey methods get different results, with the implication that people who do not respond are different from the population at large. They tested the difference between roadside personal interviews and roadside mail-back surveys. They found that response rates varied from 60% (in the morning peak) to 33% (at an all-day site). Response rates also varied by journey purpose with responses being as high as 62% for the journey to work, and as low as 29% for the journey to employer's business. In addition, people who made the journey often reported much better than those who made it less frequently, and males tended to have a higher response rate than females.

This has important implications for planning regimes which use roadside and on-vehicle distribution surveys to define trip matrices, trip frequency distributions and trip purpose - particularly if other trip data is actually matched to what is assumed to be «correct» roadside data.

6. ACTIVITY CENTRE SURVEYS

The final section of this paper deals with the distribution of a questionnaire or administration of an interview at a natural point of congregation (e.g. shopping centres, airports, nearby to railway stations). A common type of these surveys are known as «hall» surveys in the UK. To the author's knowledge, little or no work has been done on evaluating non-response in this context, and hence some detail will be presented here.

The biggest challenge in activity centre surveys is choosing a sample which is representative of all people visiting the centre. This is a particularly vexing issues in public areas of airports or shopping centres where there is no funnel-mechanism to allow interviewing or distribution of all people or of a random sample of people The usual sampling approach to surveys in these activity centres is to use an uncontrolled quota sample , i.e. to survey a certain number of people of given types (e.g. certain age groups, user types) without knowing the proportion of these types which exist in the population (of people who visit the activity-centre). These type of surveys (using uncontrolled quota sampling) have three major problems:

- there is no knowledge of the population from which they sample is drawn;
- there is no rigid sampling rule applied in the selection of respondents; and;
- there is no information collected on those people approached who do not respond.

The reasons for these omissions are easy to understand because they are not simple to address. But in a recent survey of bus users in London (Steer Davies Gleave, 1995) an attempt was made to redress the last of these issues. The objective

of the survey was to assess passenger's priorities for service improvements on buses. The results of this attempt are reported below.

6.1. Methodology

The survey took place in «halls» in main commercial and shopping centres in 10 sites around the London metropolitan region. Recruiters who stood on main pedestrian thoroughfares near the halls asked respondents a series of questions to check if they were in scope for the survey (had used a bus in the last 6 months). In addition, for this survey, they categories all people approached by age (estimated) and gender for each of the following:

- outright refusal vs. stopped for initial interview;
- stopped for initial interview: in-scope vs. out of scope;
- in-scope: too busy to participate vs. actually.

In addition, for those people who were in-scope, but too busy to participate, there was a short questionnaire which could be completed on the spot with the recruiter (which occurred in most cases) or completed later and returned in the reply-paid envelope provided. The following information was gained:

- the purpose of the most recent bus journey;
- the frequency of that type of journey;
- the home suburb, and;
- personal income.

6.2. Results

Table 2 shows the breakdown of the people contacted on the street.

	Male	Female	Total
Contacts	6583	6252	12835
Outright Refusals	2546	2358	4904
Out of Scope	2938	2726	5664
In scope, but no time	809	834	1643
Recruited	290	334	624

Table 2: Response Characteristics for a Hall Survey

The response rate can be calculated as follows using the method described above:

Gross sample size	12835
Sample Loss - out of scope	5664
Net sample size	7171
Response Rate	9%

Table 3: Response Rates for the Hall Survey

The first noticeable characteristic of this method is the very low response rates - vis-à-vis household personal (about 78-80%, Ampt, 1993) and self-completion interviews (about 65-70%, Richardson, Ampt, 1994) and intercept surveys (about 55-60%, Bonsall, McKimm, 1993). It could, of course, be argued that the outright refusals certainly include some people who were not in scope. However, if these were to have been represented in the same proportion as amongst those who were contacted, the response rate would be 12%, while even assuming the extreme case that all outright refusals were out of scope, and therefore sample loss, the response rate would still only have been 28%.

			In-Scope			
		Refused	Recruited	No-time	Out of Scope	Total
<25 years	Male	17.7	18.3	16.9	17.1	17.4
	Female	14.0	17.0	12.7	20.1	16.7
25-60 years	Male	28.2	20.2	24.2	25.1	25.9
	Female	25.5	22.4	24.7	20.4	23.0
> 60 years	Male	6.0	8.0	8.1	9.7	8.0
	Female	8.5	14.1	13.4	7.7	9.1
Total	Male	51.9	46.5	49.2	51.9	51.3
	Female	48.1	53.5	50.8	48.1	48.7
Overall		100%	100%	100%	100%	100%

Table 4: Socio-demographic Differences between Response Types

Table 4 shows the socio-demographic differences between respondents and non-respondents. In terms of gender, there appears to be almost no difference in those recruited, those not in scope, and those who refused to take part in the survey, particularly when it is considered that 51% or all people approached were males and

49% females. On the other hand, there are significant age differences in response with women over 60 years being much more willing to be recruited, even though they have a slightly higher rate of refusal rate than men of their age.

As mentioned earlier, however, neither the low response rates, nor the differences in age-related response would matter if there is no difference between respondents and non-respondents - particularly in those attributes relevant to the survey objectives.

These results are not available for *all* non-respondents in this survey, but they are available for all persons who responded, compared to non-respondents of a particular type - those people who ultimately refused to do the survey because they had no time to do it (i.e. those people who were in-scope and were recruited, and those who were in-scope and had no time).

	In-scope	
	Recruited	No time
Gender		
Male	49%	50%
Female	51%	50%
Age		
<25 years	37%	27%
25-44 years	33%	40%
45-60 years	13%	18%
>60 years	16%	15%
Purpose		
To/from work	24%	34%
To/from shops	38%	34%
Other	37%	32%
Frequency		
5+ days/week	53%	47%
1-4 days/week	35%	38%
<1 day/week	12%	15%
Income		
Up to £10,000 pa	31%	40%
£10,001-£15,000	15%	16%
£15,001 - £20,000	12%	17%
£20,001-£25,000	8%	7%
£25,001-£30,000	5%	5%
>£30,000	10%	7%
Not stated	19%	7%

Table 5: Characteristics of Respondents and Non-Respondents In-Scope

Table 5 shows that in terms of gender there are no significant differences in those recruited and those non-respondents who did not have time to respond. On the other hand, people under 25 years of age were over-represented amongst respondents and people between 25 and 44 years were significantly under-represented amongst respondents. Not surprisingly, but with a likely detrimental effect on results, people travelling to and from work tended to have no time to do the interview. This means that workers giving views on the attributes of the buses are those who have less time constraints than the rest of the population of workers - a fact which may well have a significant effect on the results.

Respondents are much more likely to be frequent travellers than non-respondents and therefore be more familiar with the buses - the focus of the survey.

Income effects are also fairly significant, with low income earners being much more likely to have too little time to complete the survey than high income earners. This is possibly an intuitively surprising effect. On the other hand, of the respondents, there is a fairly high 19% who did not state their income. Further analysis of the data given by these people shows that 66% are likely to have income less than £ 10,000 per annum (full time students, housewives/husbands, and retired people). This may suggest that there is less bias in the lower income groups than in the upper income categories in terms of response.

Even though the results presented here are of a fairly basic nature, it seems clear that there are some significant differences between respondents and non-respondents *on the factors which are likely to effect survey results*. Since the objective of the survey was to study bus passenger priorities for service improvements, it seems highly likely that frequency of travel, purpose of journey and income would have an effect on the way in which they evaluate the current service. For example, among respondents in this study people who travel frequently and who were workers placed a higher value on reliability of the service than those who travelled less frequently. Non-workers (particularly shoppers) placed a much higher value on space for luggage and shopping.

7. SUMMARY

This paper has shown that there are significant differences between respondents and non-respondents in all the types of surveys reported - household self-completion surveys, roadside interview surveys and those at activity centres. While some of the research is still in its infancy, the data gives convincing reasons for non-response to play a key part in all future research.

In the case of self-administered households surveys, the data on non-response has been used to weight the data set in a way which gives much more robust results (e.g. Richardson, Ampt, 1994). Procedures similar to these could (and no doubt, should) be applied in the case of all other surveys.

Clearly there are many areas of the study of non-response which need more attention. In particular, surveys at activity centres could benefit from more careful monitoring of response rates and further attempts to gain knowledge of non-respondents. But as has been shown from the monitoring of non-response in the London study, little extra effort was require to gain interesting, and useful, results.

BIBLIOGRAPHY

AMPT ES, RICHARDSON AJ (1994), The Validation of Self-Completion Surveys for Collecting Travel Behaviour Data, *The 22nd European Transport Forum*, PTRC, Seminar H, Warwick. pp. 77-88.

BRÖG W, MEYBURG AH (1980), Nonresponse Problems in Travel Surveys: an Empirical Investigation, *Transportation Research Record 775*, pp. 34-38.

BRÖG W, MEYBURG AH (1982), Influence of Survey Methods on the Results of Representative Travel Surveys, Presented at *61st Transportation Research Board Meeting*, January.

Polak J, Ampt E (1995), «An Analysis of Non-Response Travel Diary Surveys» PTRC European Transport Forum, Seminar E, Warwick.

RICHARDSON AJ, AMPT ES (1994), Non-Response Effects in Mail-Back Travel Surveys, Paper presented at *International Association for Travel Behaviour Research Conference*, Santiago, Chile.

RICHARDSON AJ, AMPT ES, MEYBURG AH (1995), *Survey Methods for Transport Planning*, Eucalyptus Press, Melbourne.

STEER DAVIES GLEAVE (1995), Bus Passenger Preferences, Unpublished Report for London Transport Buses, London.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (1995), Household Travel Surveys: New Concepts and Research Needs; Workshop on Nonresponse Issues, *Conference Proceedings 10*, National Academy Press, Washington, DC, pp. 27-40.

WERMUTH MJ (1985), Non-sampling Errors due to Non-Response in Written Household Travel Surveys, in ES Ampt, AJ Richardson, W Brög *New Survey Methods in Transport*, VNU Science Press: Utrecht, The Netherlands, pp. 349-365.

CORRECTION DE LA NON-REPONSE DANS L'ENQUETE TRANSPORTS 1993-94 : L'EXEMPLE DES DEPLACEMENTS QUOTIDIENS

Jimmy Armoogum
Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, Paris
Jean Loup Madre
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Paris

1. L'ENQUÊTE TRANSPORTS

L'enquête Transports et communications de 1993-1994 est la quatrième de la lignée des enquêtes Transports réalisées depuis les années soixante (1966-67, 1973-74 et 1981-82). Elle en reprend d'ailleurs les définitions et les principes afin d'assurer la mesure des évolutions structurelles. L'objectif est la connaissance des déplacements des ménages résidant en France et de leur usage des moyens de transports tant collectifs qu'individuels.

Ainsi, on décrit tous les déplacements, quels qu'en soient le motif, le mode de transport, la longueur, la période de l'année ou le moment de la journée. On s'intéresse aussi, pour comprendre ces comportements, aux possibilités d'accès aux transports collectifs et aux moyens de transports individuels dont disposent les ménages. L'aspect «communication» est traité dans l'enquête aussi bien en termes de contacts réalisés par les ménages en situation de mobilité qu'en termes d'équipements en moyens de télécommunication.

1.1. Principaux thèmes abordés

Au cours des deux visites, durant au total 1h30 en moyenne et distantes d'au moins une semaine, l'enquête a porté sur les thèmes suivants :

- Au niveau du ménage ou de l'ensemble de ses membres :

. déplacements habituels domicile-travail, domicile-lieu d'étude ou de garde des enfants ;

. permis de conduire et pratique de la conduite, accidents de la circulation ;

. abonnements et réduction dans les transports collectifs ;

. description des véhicules dont dispose le ménage et historique du parc du ménage depuis janvier 1990 ;

. équipement en moyen de communication ;

. environnement du logement ;

. un carnet voiture, tenu par le(s) conducteur(s) de l'un des véhicules du ménage pendant 7 jours.

- Au niveau d'un individu :

. pour une personne tirée au sort (individu A), description de ses déplacements de la veille et du dernier week-end ;

. pour une deuxième personne tirée au sort (individu B, éventuellement la même), description des opportunités de contacts, des déplacements à longue distance pendant les trois derniers mois, des voyages pendant les trois mois suivant le passage de l'enquêteur qui laisse à cet effet un carnet à remplir.

1.2. Le plan de sondage

Un tirage à plusieurs degrés a été effectué dans le recensement de 1990 et parmi les logements neufs construits depuis. L'objectif de l'enquête étant de collecter le plus d'informations possible sur les déplacements, les ménages multi-motorisés (au recensement) ont été sur-représentés car ce sont ces derniers qui sont les plus mobiles (sauf à Paris où l'on n'a pas modulé les probabilités de tirage puisque la forte densité constitue un frein à la motorisation). Bien que l'équipement des ménages en automobile figure dans la feuille de logement depuis le recensement de 1968, c'est la première fois à notre connaissance que cette information a été utilisée pour stratifier un échantillon d'enquêtes sur les comportements de déplacement.

En partant d'un échantillon de 20.002 logements, 20.053 fiches adresses ont été établies en raison des logements éclatés, il a été réparti en 8 vagues étalées sur une année afin de neutraliser la forte saisonnalité qui marque la mobilité, au moins pour les motifs privés.

Les individus A et B ont été désignés parmi les personnes éligibles (les individus de plus de 6 ans[1], présents au moment de l'enquête et aptes à répondre) du ménage par tirage au sort à probabilité uniforme pour A, et par un tirage à probabilités inégales pour B (la personne la plus mobile à longue distance du ménage a 2 chances sur 3 d'être élue).

La première voiture du ménage a 33 % de chance de se voir attribuer le carnet-voiture[2].

2. TRAITEMENT DES NON-REPONSES TOTALES

Bien souvent dans une enquête nous ne disposons d'aucune information sur les ménages échantillonnés autre que géographique, ainsi la pratique courante du redressement est de caler l'échantillon des répondants sur les marges de la population. Sur le plan théorique cette démarche n'est valide que si chaque ménage

1 Contrairement à l'enquête précédente (1981-82), les enfants de moins de 6 ans ne décrivent pas leur déplacements quotidiens.

2 La sur-représentation des voitures de rang 2 ou plus a aussi été motivée par des besoins de connaissance pour l'évaluation du marché potentiel de la voiture électrique.

interrogé a une probabilité de réponse identique (ce qui n'est en général jamais le cas), ou si les variables du calage expliquent le mécanisme de réponse (F. DUPONT, 1993). Une alternative à la démarche précédente est une correction en deux étapes, on corrige les erreurs de non-réponses dans un premier temps, puis on pallie l'erreur d'échantillonnage avec une procédure de calage sur marges. Cette deuxième méthode, correcte sur le plan théorique, est plus lourde à mettre en oeuvre car elle nécessite la connaissance d'information sur les ménages échantillonnés, afin de modéliser le comportement de non-réponse. A cause de sa justification théorique, nous avons choisi cette dernière méthode dans le cadre du redressement de la personne qui décrit ses déplacements quotidiens.

Dans presque tous les ménages qui ont accepté l'enquête, les déplacements quotidiens ont été décrits (99 %). Il suffit donc d'analyser les refus au niveau ménage et de redresser (post-stratification) selon les principales catégories expliquant la non-réponse totale. Par contre, dans le calage sur marges destiné à assurer la cohérence avec les autres sources statistiques, nous introduirons les caractéristiques individuelles (sexe, âge, profession et catégorie social {PCS}) et temporelles (jour de semaine, époque de l'année).

2.1. Bilan de la collecte

Tous les logements de l'échantillon initial ne sont pas la résidence principale d'un ménage : sur les 20.053 fiches adresses provenant des 20.002 logements échantillonnés, 2666 (soit 13,3 %) s'avèrent être des logements vacants ou des résidences secondaires, donc hors champ.

Une étape préliminaire à la post-stratification a consisté en une analyse des défauts de réponses (voir Tableau 1).

Nombre de Ménages	Echecs	Enquêtes réalisées
17387	3174	14213
100 %	18,6 %	81,4 %

Tableau 1 : Taux de réponse

2.2. Qui sont les ménages qui ont refusé l'enquête ?

Ménages	logements neufs	Logements recensés en 1990	Total
Enquête réalisée	440	13 773	14 213
Echec dans le champ	82	3 092	3 174
Total	522	16 865	17 387
Taux de réponse	84,3 %	81,7 %	81,7 %

Tableau 2 : Analyse des défauts de réponses

Les ménages habitant un logement construit depuis 1990 répondent un peu plus souvent que les autres, mais on ne peut pas mieux les caractériser puisqu'on ne dispose pas d'informations, autres que géographique sur ces logements (Tableau 2).

Pour chacun des logements recensés en 1990, nous disposons de quelques renseignements, il convient donc de chercher les variables discriminantes du mécanisme de réponse à l'aide d'un modèle logit, qui permet de montrer l'influence de chaque dimension «toutes choses égales par ailleurs». Notons que le ménage occupant le logement au moment de l'enquête n'est pas nécessairement celui qui l'occupait au moment du recensement de la population de 1990, mais nous considérons que le ménage qui occupe le logement est équivalent à celui qui l'occupait au dernier recencement.

Les renseignements dont nous disposons sur les logements provenant du recensement de la population de 1990 (RP90) sont les suivantes :

- la strate au RP90 (taille de l'agglomération),
- le nombre de pièces du logement,
- le nombre de personnes du ménage au RP90,
- le nombre de salariés du ménage au RP90,
- le nombre de voitures du ménage au RP90,
- l'activité de la personne de référence au RP90,
- le sexe de la personne de référence au RP90,
- l'âge de la personne de référence au RP90,
- le statut de la personne de référence au RP90.

On oppose ainsi en première analyse (Tableau 3) :

- les logements situés en strates 0 et 1 (rurale et agglomération de moins de 20.000 habitants) à ceux situés en strate 4 (agglomération de Paris), les échecs étant d'autant plus nombreux qu'on progresse vers une plus grande urbanisation ;
- les ménages n'ayant aucune automobile aux ménages motorisés, les ménages non-équipés en automobile étant moins favorables à la réalisation des entretiens ;
- les ménages composés d'une personne seule aux ménages composés de plusieurs personnes, une taille de ménage plus importante s'accompagnant d'une probabilité plus grande de réaliser l'entretien ;
- les ménages dont la personne de référence a plus de 60 ans, avec lesquels on échoue davantage que quand elle est plus jeune.

Une analyse de significativité globale des variables donnent les résultats suivants :

Statistique (-2LogL0) du modèle complet (les quatre variables ci-dessus) : 15 529,072.

Variable	Paramètre	Probabilité > CHI 2
Constante	-1,26	0,0001
strate 0 et 1	-0,31	0,0001
strate 2 et 3	référence	référence
strate 4	0,34	0,0001
0 voiture	0,23	0,0001
1 voiture	référence	référence
au moins 2 voitures	-0,13	0,0114
personne seule	0,29	0,0001
2 personnes	référence	référence
au moins 3 personnes	-0,33	0,0001
moins de 60 ans	-0,15	0,0015
plus de 60 ans	référence	référence

Tableau 3 : Variables expliquant le mécanisme de réponse
Variable d'intérêt : le ménage ne répond pas

Modèle privé de :	Statistique (-2LogL) du modèle réduit	Ecart -2LogL-(-2LogL$_0$)
Strate	15 656,960	127,940
Nombre de personnes	15 626,643	97,571
Nombre de voitures	15 555,914	25,842
Age	15 539,124	10,052

L'écart -2LogL-(-2LogL0) suit asymptotiquement une loi du Chi-2 à 1 degré de liberté (lorsque l'on enlève la variable âge) ou 2 degrés de liberté (pour les autres modèles). L'hypothèse de significativité globale de la variable est retenue lorsque l'écart dépasse les seuils suivants :

	1 DDL	2 DDL
Significativité à 1 ‰	10,8	13,8
Significativité à 5 ‰	7,9	10,6
Significativité à 1 %	6,6	9,21

Les variables que l'on utilisera pour la post-stratification sont donc :

- la strate (catégorie de commune de résidence),
- le nombre de personnes du ménage au RP90,
- le nombre de voitures au RP90,
- et éventuellement l'âge de la personne de référence au RP90.

Les croisements de ces variables forme des catégories de ménages, auxquels appartiennent des individus, c'est sur ces derniers que l'on post-stratifie. Ainsi au niveau de l'individu Kish (qui décrit ses déplacements quotidiens), la post-stratification se fait en divisant le poids initial du ménage par la probabilité d'inclusion de cet individu et par le taux de réponse de la catégorie du ménage auquel il appartient :

$$\text{Poids} = \frac{\text{poids initial}}{\text{probabilité d'inclusion de l'individu Kish}} * \frac{1}{\text{taux de ré ponse}}$$

2.3. Calage sur marges

Cette étape est essentielle pour assurer une bonne représentativité de l'échantillon et la comparabilité avec d'autres sources statistiques (enquêtes de l'INSEE). La cohérence quant aux ventilations de la population selon les principales variables socio-démographiques a été obtenue grâce à un logiciel de calage sur marges : CALMAR. Nous avons profité de cette étape pour introduire deux contraintes temporelles :

- une au niveau du jour de semaine (veille de passage de l'enquêteur) pour lequel les déplacements quotidiens sont décrits (ainsi tous les jours de la semaine seront équi-représentés) ;
- la deuxième au niveau de la période d'enquête (découpage de l'année en 8 vagues).

2.3.1. Présentation de CALMAR

Tout d'abord donnons quelques notions théoriques du calage sur marges.

On considère une population U={1,2,...,k,...,N} de N individus, dans laquelle on tire un échantillon s de taille n. Notons p_k la probabilité d'inclusion de l'individu k, dans s (le poids de l'individu k est : $d_k=1/p_k$). Dans notre échantillon on mesure non seulement Y la variable d'intérêt (dont on désire estimer le total : $Y = \sum_{k\in U} y_k$) mais aussi $X_1,...,X_j,...,X_J$, J variables auxiliaires, dont on connaît les totaux sur la population : $X_j = \sum_{k\in U} x_{jk}$.

Notons $x'_k = (x_{1k},...,x_{Jk})$ *et* $X' = (X_1,...,X_J)$.

Une estimation du total Y est : $\hat{Y} = \sum_{k\in s} \frac{y_k}{\pi_k} = \sum_{k\in s} d_k * y_k$.

Si l'on veut tenir compte des variables auxiliaires, on estime le total Y à l'aide d'un autre estimateur de la forme : $\hat{Y} = \sum_{k\in s} w_k * y_k$,où les poids w_k affectés aux individus sont proches des poids de sondages d_k, et vérifient les équations de calage : $\forall\, j = 1...J \quad \sum_{k\in s} w_k x_{jk} = X_j$.

Pour résoudre un tel système, on choisi une fonction de distance G, d'argument $x = \frac{w_k}{d_k}$,pour mesurer les distances entre les w_k et les d_k ; G doit vérifier les conditions suivantes : elle doit être positive, convexe et G(1)=G''(1)=0.

Une fois la fonction G choisie, le problème consiste à déterminer les poids w_k ($k \in s$) solution du système suivant :

$$\underset{w_k}{\text{Min}} \sum_{k\in s} d_k\, G\left(\frac{w_k}{d_k}\right) \text{ sous la contrainte } \sum_{k\in s} w_k x_k = X$$

Soit L le Lagrangien de ce système,

$$L = \sum_{k\in s} d_k\, G\left(\frac{w_k}{d_k}\right) - \lambda'\left(\sum_{k\in s} w_k x_k - X\right)$$

Les conditions de 1ère ordre conduisent à : $w_k = d_k\, F(x'_k \lambda)$ où F est la fonction réciproque de la dérivée de la fonction G.

Le vecteur l est déterminé par la résolution du système non-linéaire de J équations à J inconnues déterminé par les équations de calage :

$$\sum_{k\in s} d_k\, F(x'_k \lambda) x_k = X$$

Calmar résoud numériquement ce système par la méthode itérative de Newton, la convergence est obtenue lorsque les rapports de poids $\frac{w_k}{d_k}$ résultant de deux itérations successives se stabilisent :

$$\underset{k\in s}{\text{Max}} \left| \frac{w_k^{(i+1)}}{d_k} - \frac{w_k^{(i)}}{d_k} \right| < \varepsilon \text{ , avec } \varepsilon > 0.$$

Il existe quatre fonctions G(x) dans Calmar :

a) fonction linéaire

$$G(x) = \frac{1}{2}(x-1)^2,\ x \in R \quad \text{et } F(u) = 1+u$$

b) fonction raking ratio

$$G(x) = x\log(x) - x + 1,\ x > 0 \text{ et } F(u) = \exp(u)$$

c) fonction logit

$$G(x) = \left((x-L)\log\left(\frac{x-L}{1-L}\right) + (U-L)\log\left(\frac{U-x}{U-1}\right)\right)\frac{1}{A},$$

si $L < x < U$ $(+\infty \text{ sinon})$

$$\text{avec } A = \frac{U-L}{(1-L)(1-U)}$$

$$F(u) = \frac{L(U-1) + U(1-L)\exp(Au)}{U-1+(1-L)\exp(Au)} \in]L,U[$$

d) fonction linéaire tronquée

$$G(x) = \frac{1}{2}(x-1)^2 \text{ ,si } \quad L \le x \le U \ (+\infty \text{ sinon})$$

$$F(u) = 1+u \quad \in]L,U[$$

2.3.2. Application au calcul du poids de la personne décrivant ses déplacements quotidiens

Les variables retenues pour le calage sur marges de la personne décrivant ses déplacements de la veille et du dernier week-end (dite A) sont celles qui expliquent les comportements de mobilité et permettent de les modéliser, ainsi nous avons retenu :

- la PCS de l'individu,
- la variable croisée sexe * tranche d'âge,
- la taille du ménage,
- la zone de résidence (voir tableau),
- le jour de semaine,
- la vague.

Variable	Marges dans l'échantillon après post-stratification	Marges dans la population
PCS de l'individu A		
Agriculteurs	1,8	1,6
Artisans / Commerçants	3,5	3,3
Cadres supérieurs	6,3	5,6
Professions Intermédiaires	9,9	9,3
Employés	14,3	13,6
Ouvriers	12,9	12,9
Retraités / Etudiants	17,8	18,1
Chômeurs et inactifs	20,4	22,5
individus de 6 à 15 ans	13,1	13,1
Sexe x Age		
Hommes de 6 à 24 ans	13,8	14,6
de 25 à 34 ans	7,7	8,1
de 35 à 49 ans	11,6	11,6
de 50 à 64 ans	8,0	7,9
plus de 64 ans	6,3	6,4
Femmes de 6 à 24 ans	13,5	13,9
de 25 à 34 ans	8,8	8,1
de 35 à 49 ans	12,6	11,6
de 50 à 64 ans	8,7	8,2
plus de 64 ans	9,0	9,6
Taille du ménage		
1 personne	11,9	12,0
2 personnes	27,0	26,9
3 personnes	19,9	19,7
4 personnes	22,2	23,0
5 personnes et +	19,0	18,4

Variable	Marges dans l'échantillon après post-stratification	Marges dans la population
Zone de résidence		
commune rurale (hors ZPIU)	3,8	3,4
petites ZPIU (moins de 50 000 hab.)		
ville-centre	4,6	5,4
banlieue	1,6	1,7
péri-urbain	6,6	7,2
ZPIU moyennes (50 à 300 000 hab.)		
ville-centre	10,1	9,4
banlieue	6,4	6,3
périurbain	16,5	14,3
Grandes ZPIU (> 300 000 hab.)		
ville-centre	10,1	10,2
banlieue	11,9	12,4
périurbain	9,4	10,4
ZPIU de Paris		
ville de Paris	3,7	3,9
banlieue	12,2	12,7
périurbain	3,1	2,7
Jour		
lundi	20,4	20,0
mardi	19,5	20,0
mercredi	18,0	20,0
jeudi	15,5	20,0
vendredi	26,6	20,0
Vague		
1ère (du 3 mai au 14 juin 1993)	12,4	11,6
2ème (du 14 juin au 9 août 1993)	12,0	15,4
3ème (du 9 août au 11 oct. 1993)	12,9	17,3
4ème (du 11 oct. au 15 nov. 1993)	12,4	9,6
5ème (du 15 nov. au 3 jan. 1994)	12,2	13,5
6ème (du 3 jan. au 14 fév. 1994)	14,3	11,5
7ème (du 14 fév. au 21 mars 1994)	10,4	9,6
8ème (du 21 mars au 30 avril 1994)	13,4	11,5

Tableau 4 : Les variables et leurs marges dans l'échantillon post-stratifié et dans la population

La méthode retenue est celle du logit, la borne inférieure étant 0,80 et la borne supérieure 2,00. Comme les probabilités d'inclusion sont différenciées

(notamment en raison de la sur-représentation des ménages multi-motorisés), ceci conduit à une échelle des poids de 1 à 37.

Variables	Marges avant le calage	Marges après le calage
rural et petite ville	42,9	42,0
villes moyennes et grandes agglomérations	40,8	41,4
agglomération parisienne	16,2	16,6
0 voiture	15,0	16,9
1 voiture	51,6	51,2
au moins 2 voitures	33,4	31,9
personne seule	11,2	14,0
2 personnes	24,5	24,2
au moins 3 personnes	64,3	61,8
moins de 60 ans	77,1	75,3
plus de 60 ans	22,9	24,7

Tableau 5 : Marges des variables expliquant le mécanisme de non-réponses

Finalement, nous avons vérifié (voir Tableau 5) que le calage ne déforme pas trop les marges obtenues après la première étape de post-stratification. Parmi les critères expliquant la non-réponse, la marge la moins affectée correspond à une caractéristique permanente du logement : la taille de l'agglomération, qui est d'ailleurs corrélée avec le critère de zone utilisé pour le calage. Les trois autres caractéristiques qui ont été observées au recensement de 1990, peuvent avoir changer depuis.

3. LES NON-REPONSES PARTIELLES

3.1. Diverses méthodes d'imputation

L'imputation consiste à remplacer chaque donnée manquante par une donnée «déduite» en fonction des renseignements obtenus pour le même individu et pour les individus proches.

Les principales méthodes sont les suivantes :

a) déductive : imputation par règle déterministe souvent utilisée pour corriger des données incohérentes ou invalides ;

b) «cold-deck» : utilisation d'une information extérieure à l'enquête relative à la même unité

Ex : valeur observée à une date antérieure ;

c) «hot-deck» : on remplace la valeur manquante par la valeur observée par un répondant «proche» : le donneur :

- hot-deck d'ensemble : le donneur est choisi au hasard parmi les répondants ;
- hot-deck par classe : le donneur est choisi au hasard dans une classe à laquelle appartient le receveur ;
- hot-deck hiérarchisé : on utilise une suite de critères $C_1,....C_k$. On remplace l'unité défaillante par une unité ayant les mêmes valeurs pour $C_1,....C_k$ s'il en existe, sinon par une unité ayant les mêmes valeurs pour $C_1,....C_{k-1}$ s'il en existe, sinon par une unité ayant les mêmes valeurs pour $C_1,....C_{k-2}$ etc.

d) imputation par prédicteur : on impute la moyenne des répondants, ou d'une classe particulière de répondants, aux unités défaillantes. Certaines techniques sophistiquées font appel à des modèles économétriques plus généraux (estimateur par régression).

3.2. Un exemple d'application : les déplacements quotidiens dans les enquêtes Transports

Qu'il s'agisse des déplacements quotidiens dans la dernière enquête, du carnet hebdomadaire de trajet dans la précédente ou du carnet-voiture dans ces deux enquêtes, les unités statistiques sont des déplacements. Les principales variables qui les caractérisent sont :

- leurs lieux d'origine et de destination (codés en France au niveau commune, dans les pays voisins pour la dernière enquête au niveau NUTS3) ;
- leur longueur (déclarée dans les relevés individuels, calculée par différence entre les kilométrages-compteur à l'arrivée et au départ dans les carnets-voiture) ;
- leur durée (calculée par différence entre heures d'arrivée et de départ) ;
- le (ou les) mode(s) de déplacement utilisé(s) ;
- le motif du déplacement.

Il existe des relations fortes entre ces différentes variables :

- certains lieux sont connus (principalement le domicile, éventuellement le lieu de travail ou d'étude) ;
- la longueur du déplacement doit être compatible avec la distance à vol d'oiseau entre les lieux d'origine et de destination (elle ne doit pas lui être inférieure de plus de 5 km sauf si ces communes sont contiguës) ;
- la vitesse moyenne «porte à porte» du déplacement (rapport de sa longueur à sa durée) doit être comprise entre des bornes raisonnables (par exemple, 2 km/h à 130 km/h sauf exception en voiture).

Dans l'enquête de 1993-94, la description des déplacements quotidiens sur trois jours très typés (le Samedi, le Dimanche et un jour de semaine) retire beaucoup d'intérêt aux méthodes utilisant un «donneur» (le hot-deck par exemple). Par ailleurs, ce sont les lieux qui sont les mieux connus par les enquêtés (seulement une dizaine de réponses impossibles à coder sur près de 100.000 déplacements décrits). On s'est donc appuyés sur la distance à vol d'oiseau pour reconstituer les longueurs de déplacement manquantes (1300 cas) ou conduisant à des vitesses excessives (400 cas) : en général, on a multiplié le «vol d'oiseau» par un coefficient spécifique à chaque mode de transport (par exemple 1,3 pour la voiture).

Pour reconstituer les durées manquantes ou erronées, on a utilisé une estimation par la régression étalonnée sur la relation entre vitesse et distance. Pour les deux-roues motorisés et l'automobile, elle est de la forme :

$$\text{VITESSE} = 1{,}4 + 14{,}6 \log(\text{DIST}+1)$$

Comme les déplacements à pied restent le plus souvent dans une même commune, la distance à vol d'oiseau n'apporte pas d'information. On a retenu une vitesse moyenne de 3 km/h, tant pour calculer la distance quand la durée est connue (500 cas), que pour pallier aux très rares non-réponses sur la durée quand la distance est connue.

Ces méthodes, associées à un nettoyage manuel, ont permis de rendre le fichier totalement cohérent (lieux-distances et vitesse compte tenu du mode) tout en éliminant pratiquement les non-réponses : il reste 2 données manquantes sur la distance parcourue et 17 sur la durée du déplacement, auxquels il faut ajouter 11 cas où la durée a été imputée sans que les heures de départ et d'arrivée aient pu être reconstituées (Tableau 5).

En 1981-82, le carnet de trajet était rempli pendant 7 jours, ce qui rend beaucoup plus probable l'existence de déplacements identiques ou voisins pouvant aider à combler les non-réponses et à corriger les incohérences. Le hot-deck à l'intérieur d'un même carnet constitue alors une méthode intéressante. Après la mise en cohérence entre lieux et distances, on utilise le hot-deck pour imputer le mode de transport, puis la durée. Les critères utilisés pour rapprocher les déplacements sont la géographie (mêmes communes d'origine et de destination), et le motif pour imputer le mode, la distance pour imputer la durée. Les résultats sont un peu moins bons que pour l'enquête de 1993-94 : sur 66.000 déplacements décrits, il reste 81 distances manquantes et 161 durées.

Dans les carnets-voitures, on calcule les distances parcourues à partir des kilométrages au compteur notés par les conducteurs. Cette information structure fortement les données, mais comporte beaucoup de lacunes. Pour y pallier, on commence par un hot-deck sur les distances en rapprochant les trajets selon leur géographie (couple origine-destination) et leur durée. En cas d'échec, on impute des distances proportionnelles aux durées ou aux distances à vol d'oiseau, tout en

contrôlant que la vitesse reste raisonnable. Enfin, les durées manquantes sont générées par un hot-deck sur des critères géographiques et de distance.

Après ces traitements, il ne reste plus de données manquantes ni sur les distances, ni sur les durées ; mais les heures de départ et d'arrivée manquent pour 105 trajets sur 58.000 en 1981-82, pour 2470 sur 197.000 en 1993-94. Les problèmes sur les motifs sont plus difficiles à traiter avec des règles générales : par exemple en 1993-94, on a réussi à réduire le nombre de discordances entre lieux de résidence et destination pour le motif «retour au domicile» que dans 2 cas sur 3, et il subsiste 300 trajets domicile-domicile pour lesquels un motif intermédiaire aurait dû être déclaré.

en nombre de cas et en pourcentage	Enquête 1993-94		Carnet de Trajet 1981-82		
	fichier brut	après apurement	fichier brut	après apurement trajets	après apurement déplacements
LOCALITÉS inconnues ou codes communes incohérents					
Origine	12 0,0 %	10 0,0 %	1052 1,5 %	53 0,1 %	47 0,1 %
Destination	10 0,0 %	7 0,0 %	914 1,3 %	50 0,1 %	44 0,1 %
DISTANCE					
Inconnue	1812 1,9 %	2 0,0 %	2732 3,8 %	96 0,1 %	81 0,1 %
Inférieure de plus de 5 km à vol d'oiseau	299 0,3 %	0 0,0 %	1327 1,8 %	0 0,0 %	0 0,0 %
DURÉE nulle ou inconnue	59 0,1 %	17 0,0 %	769 1,1 %	168 0,2 %	162 0,2 %
VITESSE					
Excessive	194 0,2 %	0 0,0 %	108 0,1 %	0 0,0 %	0 0,0 %
Trop faible	292 0,3 %	0 0,0 %	1469 2,0 %	0 0,0 %	0 0,0 %
Mode de transport inconnu	74 0,1 %	73 0,1 %	203 0,3 %	59 0,1 %	48 0,1 %

Sources : Enquêtes Transports INSEE-INRETS :
- carnet de trajet hebdomadaire en 1981-82,
(comme la description était faite mode par mode, nous avons dû la transcrire en terme de déplacements afin d'homogénéiser l'information avec l'enquête actuelle, d'où les deux colonnes de droite)
- déplacements de la veille et du dernier week-end en 1993-94.

Tableau 6 : Apurement des fichiers sur les déplacements quotidiens Comparaison des Enquêtes Transports 1993-94 et 1981-82

	1981-82		1993-94	
	brut	apurement	brut	apurement
LOCALITÉS inconnues ou codes communes incohérents				
Origine	1016 1,7 %	101 0,2 %	68 0,0 %	2 0,0 %
Destination	948 1,6 %	101 0,2 %	70 0,0 %	2 0,0 %
DISTANCE				
Inconnue	1969 3,4 %	0 0,0 %	6272 3,2 %	0 0,0 %
Inférieure de plus de 5 km à vol d'oiseau	1497 2,6 %	0 0,0 %	3885 2,0 %	0 0,0 %
DURÉE nulle ou inconnue	538 0,9 %	0 0,0 %	8441 4,3 %	0 0,0 %
VITESSE				
Excessive (>130 km/h) (2)	337 0,9 %	0 0,0 %	6049 3,1 %	0 0,0 %
Trop faible (<2 km/h)	301 0,5 %	0 0,0 %	641 0,3 %	0 0,0 %
MOTIFS				
Trajet Domicile-domicile	43 0,1 %	41 0,1 %	313 0,2 %	298 0,2 %
Domicile différent du lieu de résidence	0 0,0 %	0 0,0 %	4910 2,5 %	1613 0,8 %

Sources : INSEE-INRETS Carnets-Voiture des Enquêtes Transport 1981-82 (58.199 trajets) et 1993-94 (197.000 trajets).

(1) L'heure de départ ou d'arrivée reste manquante pour 105 trajets en 1981-82 et pour 2470 trajets en 1993-94.

(2) On a admis quelques cas bien vérifiés entre 130 et 140 km/h (4 en 1981-82 et 27 en 1993-94).

Tableau 7 : Apurement des carnets-voiture (en nombre de cas et %)

CONCLUSION

Dans un souci d'efficacité et de comparabilité entre sources, l'Enquête Nationale Transports s'est beaucoup inspirée des Enquêtes-Ménages, notamment pour le questionnaire sur les déplacements quotidiens. Réciproquement, quelques points de notre expérience pourraient enrichir les enquêtes sur les déplacements urbains.

Le critère géographique est souvent le seul utilisé pour redresser les enquêtes-ménages. Certes, il ressort également au niveau national comme le facteur

le plus discriminant des refus, mais la motorisation arrive en second. Compte tenu de son influence sur la mobilité, il semble essentiel de l'utiliser comme critère de redressement, même quand on n'a pas la chance de disposer d'une base de sondage (le recensement par exemple) permettant de stratifier l'échantillon selon ce critère. Pour améliorer les estimations et faciliter la comparaison entre enquêtes, le calage sur marges pour les principaux critères socio-démographiques est également très utile : nous en avons fait l'expérience en suivant le comportement des différentes générations à partir des enquêtes successives réalisées sur une même région urbaine (agglomération Grenobloise, Région Métropolitaine de Montréal, Ile-de-France).

D'un point de vue plus général, tant pour reconstituer les non-réponses partielles que pour vérifier la cohérence des données, l'information géographique joue un rôle central, et nous l'avons utilisé en priorité pour rapprocher les déplacements semblables dans les hot-decks. C'est celle qui est la mieux mémorisée et la mieux restituée par les enquêtés. Certes, elle est difficile à coder, mais des progrès considérables ont été réalisés depuis le chiffrement manuel à partir du Code Géographique National utilisé pour l'enquête de 1981-82 : l'automatisation de la reconnaissance des noms de lieux donne maintenant de bons résultats (logiciels développés à Statistique-Canada ou à l'INSEE, Minitel...). En outre, la dispersion croissante des flux de transport rend de plus en plus importante leur analyse géographique.

BIBLIOGRAPHIE

ARMOOGUM J, BUSSIÈRE Y, MADRE JL (1995), Demographic dynamics of mobility in urban areas : The Paris and Grenoble case, *World Conference on Transport Research Society*, Sydney.

COCHRAN W (1977), *Sampling techniques*, Wiley (third Edition).

DESABIE J (1966), *Théorie et pratique des sondages*, Dunod.

DEVILLE JC, SARNDAL CE (1994), Variance estimation for the regresion imputed Horvitz-Thompson Estimator, *Journal of Official Statistics*, Vol. 10, N° 4, pp. 381-394.

DEVILLE JC, SARNDAL CE, SAUTORY O (1993), Generalized Raking Procedures in Survey Sampling, *Journal of American Statitistical Association*, Vol. 88, N° 423, pp. 1013-1020.

DUPONT F (1993), Calage et redressement de la non-réponse totale, *Journées de méthodologie*, Paris.

DUSSAIX AM, GROSBRAS JM (1981), *Les sondages : principes et méthodes*, P.U.F.

GOURIEROUX C (1981), *Théorie des sondages*, Économica.

GROSBRAS JM (1987), *Méthodes statistiques des sondages*, Économica.

LITTLE R, RUBIN D (1987), *Statistical analysis with missing data*, Wiley.

MADOW WG, OLKIN I, RUBIN D (1983), *Incomplete data in surveys*, Academic Press.

MADRE JL, MAFFRE J (1994), L'enquête Transports et communications 1993-94, *Courrier des statistiques*, N° 69, pp. 53-56.

MADRE JL, MAFFRE J (1995), Geographic distribution of trips in France and its evolution since 1980, *World Conference on Transport Research Society*, Sydney.

SARNDAL CE, SWENSSON B, WRETMAN J (1992), *Modele assisted survey sampling*, Springer.

SAUTORY O (1991), Redressements d'échantillons d'enquêtes auprès des ménages, INSEE Document de travail N° F9103.

SAUTORY O (1993), Redressements d'un échantillon par calage sur marges, INSEE Document de travail N° F9310.

PROBLEMS AND SOLUTIONS IN URBAN TRAVEL SURVEY

Gerd Sammer
Institute for Transportation Studies
University Bodenkultur, Vienna

1. INTRODUCTION

The purpose of this paper is to analyse current problems in surveys of travel behaviour and to suggest solutions based on empirical experience. The formulation of various errors in mobility behaviour, correction and checking are dealt with in particular.

The collection of data on travel behaviour is generally very expensive and time-consuming. Special attention must therefore be paid to the methods of collection and projection; numerous possibilities for error which are difficult to recognize can distort the results.

In the past there have been a number of examples of unsatisfactory travel-behaviour surveys (e.g. the Austrian micro-census of 1983, the German KONTIV survey of 1989 and the Carinthian travel-behaviour survey of 1992).

2. SURVEY ERRORS

2.1. Random sampling error

The random sampling error is determinable according to the rules of statistics. Here one must take into account that, as a rule, the results of travel surveys undergo a weighting procedure. The procedure used must be considered when estimating the error (Brög, Sammer, al., 1986). Although this is mathematically no great problem, in general the random sampling error is not determined in most travel surveys. This can lead to false interpretation when comparing the results of travel-behaviour surveys taken at different times: small differences in mobility parameters between different years, for example in trips per mobile person (Figure 2.1.1.), will be interpreted as changes in development, although the size of the difference is not statistically significant.

In principle, it may be stated that the random sampling error is not the central problem in travel behaviour surveys.

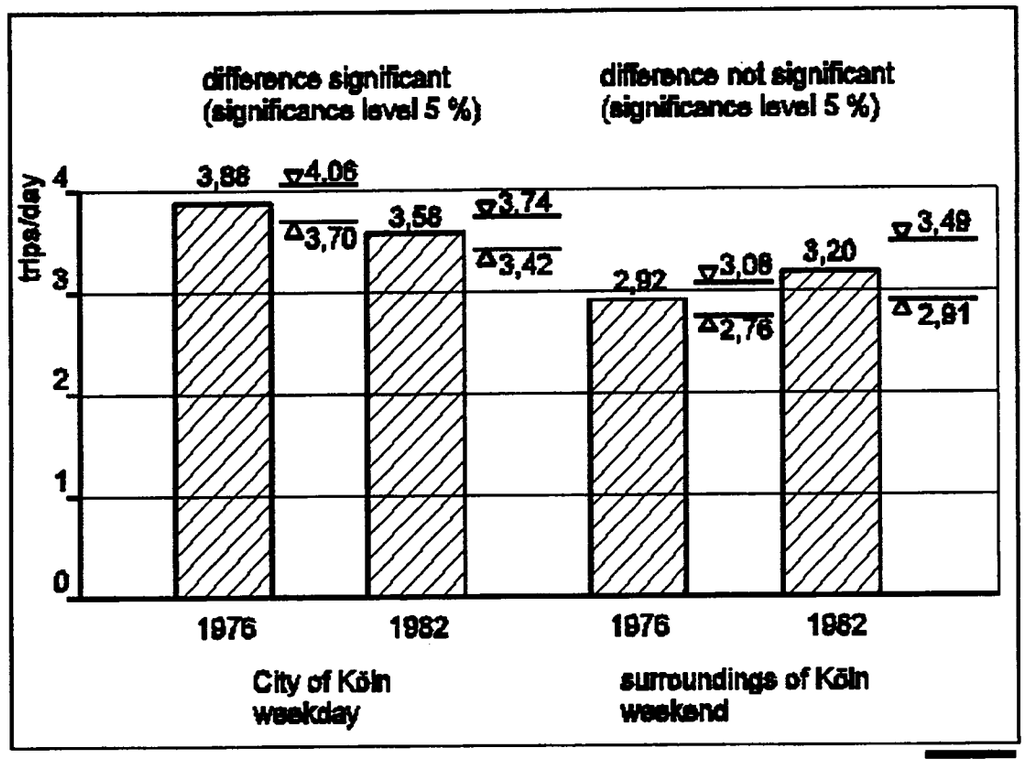


Figure 2.1.1: Example of significant and non-significant differences of the development of the daily trip frequency (city and surrounding of Köln 1976-1982)

2.2. Readiness to answer

A central question is today the readiness of target persons to answer. In recent years numerous public opinion polls have led to a decreasing readiness to answer questionnaires. Therefore the use of a model that is convenient and acceptable for the person questioned is of prime importance. Inadequate readiness and motivation of the person questioned are expressed in annoyance about the disturbance to private life and rejection and unwillingness to answer questions. It leads to pretended forgetfulness in order to be able to shorten the time spent in answering.

In principle the following procedures in household surveys can be distinguished:

(1) written procedure with despatch and return through the post or distribution and collection by survey personnel;
(2) oral survey by interviewer;
(3) telephone survey by interviewer;

(4) combined postal and telephone survey procedure (e.g. as developed by Socialdata, Munich).

The most important advantages and disadvantages of these procedures are listed in Table 2.2.1.

Experience in the German language area reveals that the persons questioned have very different attitudes to the various survey methods: 60 - 75% prefer the written survey, 5 - 10% the telephone interview, and only about 5% the oral interview at home. It follows that a combined postal and telephone survey seems at present the most favourable form of survey. During a first, short telephone call, the persons questioned can themselves decide between the telephone or written postal survey. The course of a typical survey might be as follows (Herry, Sammer, al., 1995):

- advance notice post card one week before date of survey;
- receipt of question form one to two days before survey date;
- reminder or stimulation call to fill in the form one day before or on the day of the survey; if applicable, telephonic questioning;
- first reminder post card or telephone call one or two days before a new set date (the same weekday one week after the first survey date) to those households that have not yet replied;
- second reminder post card or telephone call one or two days before a new set date (two weeks after the first survey date) to households that have still not answered;
- all forms sent again to households not answering, accompanied by a special letter (third reminder) one to two days before the next set date (three weeks after the first survey day);
- fourth reminder post card or telephone call to households that have still not answered;
- telephonic follow-up: after receipt of the completed questionnaires, the following information is collected by telephone for selected households:
  . mobility behaviour of children under 6 years of age;
  . validation of unclear information;
  . exploration of non-reported-trips;
  . establishment of desired information of stages of trips;
  . completion of missing information.
- final telephonic reminder to households that have not answered within final set date.

(1) written survey with despatch and return through the post typical response rate: up to 80%	advantages: - minimal disturbance of privacy by interviewer; - person questioned can answer independently and without stress; - high readiness to answer, few memory problems; - very mobile persons are more easily reached; - inexpensive procedure, thus large random samples. disadvantages: - no possibility of correction through interaction between interviewer and person questioned
(2) oral survey by interviewer visiting the household (face-to-face-interviewing) typical response rate: up to 60%	advantages: - direct exchange between person questioned and interviewer permits immediate correction and clarification of misunderstandings; - low quota of non-reported trips. disadvantages: - no interviewer check possible; - mobile persons difficult to reach, marked under-recording of mobility (more that 15%); - low readiness to answer - stress situation for the interviewee through disturbance of privacy; - memory problems for the person questioned through interview stress; - very expensive procedure, large staff required, thus few random samples.
(3) CATI telephone survey (computer aided telephone interview) typical response rate: up to 80%	advantages: - direct exchange between interviewer and person questioned permits immediate correction and clarification of misunderstandings; - time of interview can be chosen individually; - for the household the interview can be carried out in stages on different days; - coding and logical error check during the interview; - interviewer check possible. disadvantages: - some disturbance of privacy; - mobile persons difficult to reach; - stress situation for the interviewee and long duration of interview reduces readiness to answer and remember; - very extravagant procedure, large staff required, expensive hardware and software necessary; - private telephone connection quota only about 80 - 90% in Austria.
(4) combined postal and telephone survey typical response rate: up to 90%	advantages of the written and telephone survey methods combined, the disadvantages to a great extent eliminated. The interviewees are approached as individuals and so answers are of high quality and there is greater readiness to provide them.

Table 2.2.1: Advantages and disadvantages of various travel survey procedures

2.3. Non-reported trips

The proportion of non-reported trips is by definition an unknown quantity. Nevertheless, through suitable procedures (subsequent exploration), this proportion may be estimated. The aim of an unbiased survey must be to keep this proportion as low as possible. The following points are to be observed:

- the survey method decisively influences the proportion of non-reported trips. User-friendly procedures with high acceptance by the persons questioned are to be preferred, for example written postal surveys;
- the type of survey influences the proportion of non-reported trips, depending on the purpose of travel. For example, trips for business or official purposes are underrepresented by up to 25% in household surveys;
- survey procedures which require responder to record all trips give better results than those that require responder to select;
- short trips to intermediate destinations and trips using no or non-motorised transport are often rated unimportant and therefore not reported;
- an increasing interval between the day of the survey and recording of the trip leads to an increasing number of non-reported trips (memory effect);
- return trips (homeward trips) are often forgotten, but can easily be estimated;
- investigations (Sammer, Fallast, 1983) show that provision of clear descriptions and definitions improve the data quality for trips (Table 2.3.1);
- a part of the non-reported trips can be registered by means of directed subsequent exploration (by oral and telephone procedures).

Questionnaire without trip definitions	13%
Questionnaire with trip definitions	9%

Table 2.3.1: Error quota of the trip sequence per questioned person

2.4. Response quota

The non-response of household surveys is a significant source of bias, since the behaviour of those responding and those not responding is very different. This effect is also very dependent on the survey method. The results for some surveys with various procedures are documented in Figure 2.4.1. and Table 2.4.1.

The results show clearly that the useable return quota varies greatly depending on method. A written postal procedure gives a higher return than collection by an interviewer. The return quotas from various population groups differ greatly, this result is confirmed by German investigations (Wermuth, 1985). The non-response effect and also the quality of the yield are dependent on socio-demographic personal characteristics. Altogether it appears that among the methods compared the combined written postal/telephone method provides the best results.

Survey area	Method	Response quota	Source
Graz 1984	written postal	73%	Köstenberger et al 1986
Villach 1992	written postal	66%	Kermer, Sammer et al 1994
Wien 1992	combined written postal and telephone	81%	Socialdata 1993
Austria 1995	combined written postal and telephone	68%	Herry, Sammer et al 1995

Table 2.4.1: Response quota of various written survey methods

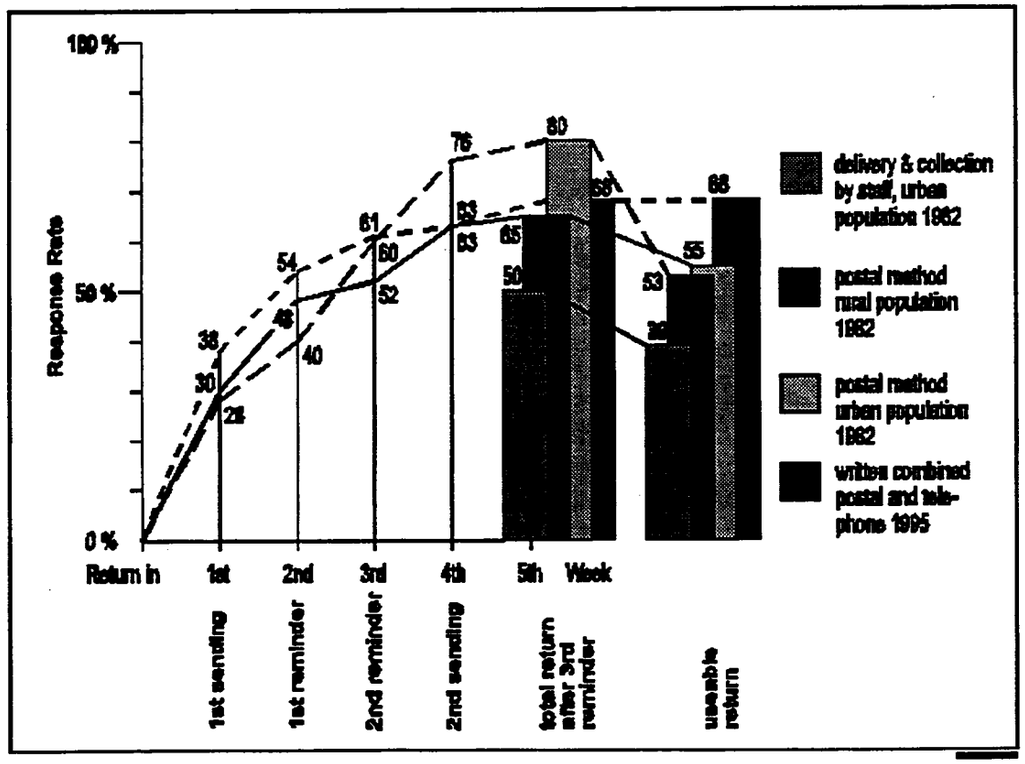


Figure 2.4.1: Questionnaire return of different household survey methods in the region of Salzburg 1982 (Sammer, Fallast, al., 1983) and Austria 1995 (Herry, Sammer, al., 1995)

2.5. Non-response effect

To correct for the non-response effect, knowledge of the effect on mobility behaviour is necessary. Figure 2.5.1. shows this effect in dependence on the week of return on the basis of reminders, for a written postal procedure. The following interpretation seems to be plausible: First the above-averagely mobile persons react to the first transmittal of the questionnaire. They are very interested in travel

questions and hope for improvements in the traffic situation following travel surveys and the traffic plans based on them. With increasing weeks response, the reported mobility of persons responding is clearly less by up to a quarter. Through repeated reminders that the less mobile persons must be motivated to take part in the survey. Written postal and combined written postal/telephone survey procedures with return quotas under 40 to 50% reflect mainly the persons of above-average mobility.

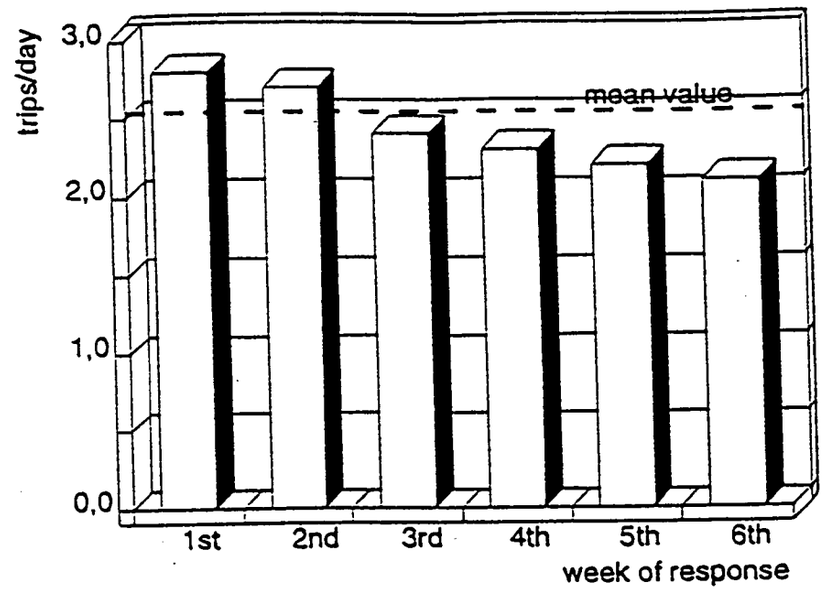


Figure 2.5.1: Trip frequency dependent on week of response in a written postal survey

Oral surveys by interviewers show the opposite effect: under-averagely mobile persons are more easily met with at home. This effect was observed in the micro-census survey in Austria in 1983 and KONTIV 1989 in Germany (Kloas, Kunert, 1994).

In addition, there is a different bias in mobility data that relates to the different means of transport: with low response quotas, trips by car are overrepresented while journeys using public transport and non-motorised trips are underrepresented.

The non-response effect of individual non-responding members of a household is interesting (Figure 2.5.2.): The «missing persons» are as a rule over-averagely mobile. Thus responses from in an incompletely surveyed household results in an under-registration of mobility.

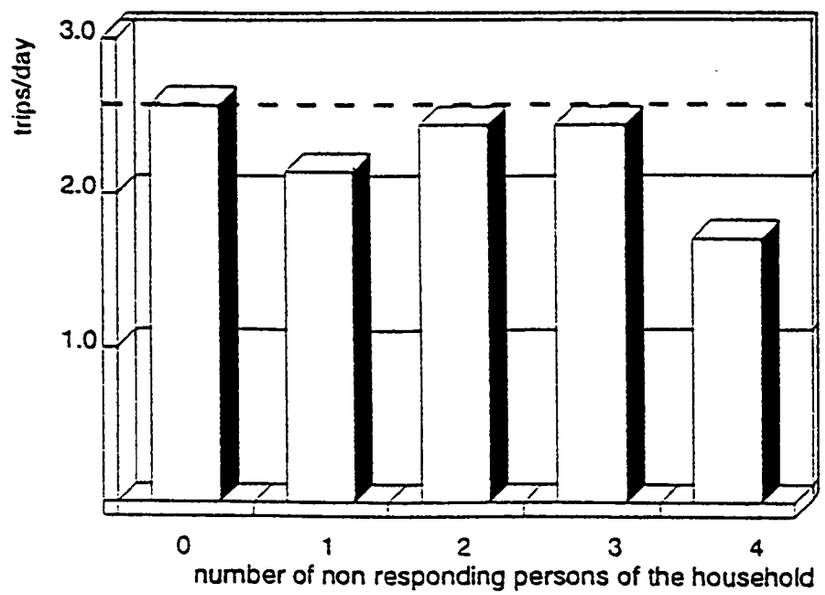


Figure 2.5.2: Trip frequency per mobile person of five-person households in dependence on the number of non-responding members of the household (Kösten berger, al., 1985; the statistical significance is based on an sample size of about 1500 households)

There is also a non-response effect of persons not resident in the survey area. In order to register their mobility, such persons receive a question form at the border of the survey area, and their place of residence is registered. This form is for return by post. The results of the non-response analysis show that with increasing distance from the survey area there is a reduced response rate by such persons (Figure 2.5.3.). This effect must be taken into account in establishing weighting and projections.

2.6. Weighting and projection errors

As a rule a step-by-step weighting is carried out which attempts to establish the representativity of the sample through a multi-stage procedure (size of household, age or gender structure, sample day distribution, regional stratification, non-response effect etc.). This step-by-step weighting is, however, often mathematically inconsistent and therefore provides distorted results, especially if a «non-response» weighting is carried out. Through a simultaneous weighting procedure of all stages in a common step such distortion errors can be eliminated.

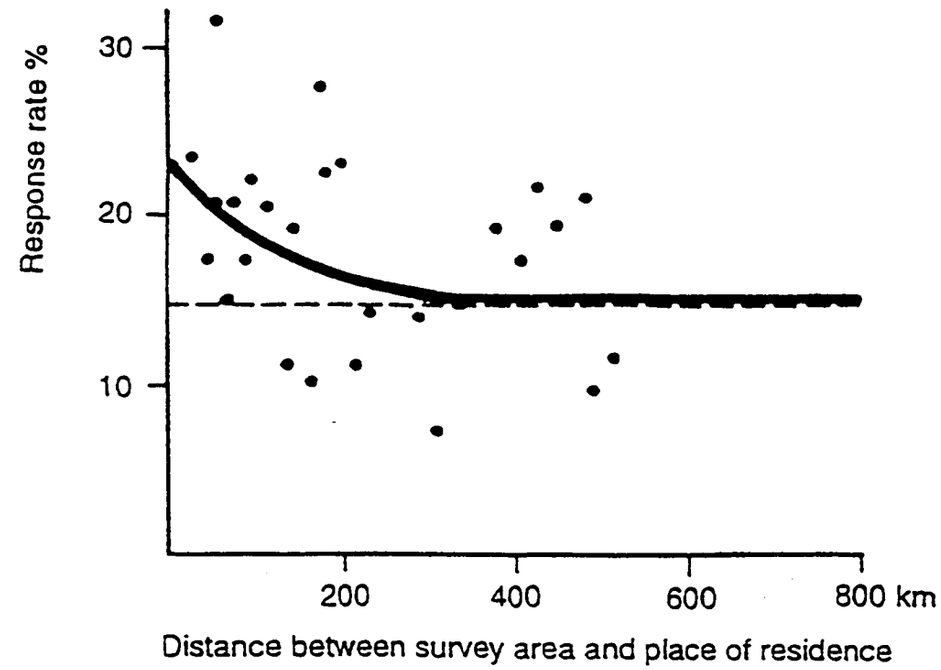


Figure 2.5.3: Response rate of question forms issued at survey points at the border of a survey area as a function of the distance between survey area and residence (Kösten berger, al., 1985)

2.6.1. Step-by-step weighting procedure

Since in travel behaviour surveys the parameters of mobility are closely correlated with the selection characteristics of the random sample or with the readiness to answer, great care must be exercised in weighting data in order to exclude systematic bias. In general data weighting is carried out in several steps, typically as follows:

(a) weighting of the random sample selection;
(b) weighting of the weekday distribution;
(c) weighting of the household structure and of socio-demographic characteristics;
(d) «non-response» weighting.

As a rule, in postal household surveys of travel behaviour, the characteristics are to be weighted as follows:

(a) Correction of the random sample to avoid selection bias (person weighting);

When the selection characteristic of the random sample is a person but the survey characteristic is a household, a three-person household, has for example a

threefold chance of being included in the random sample. Multiperson households are therefore correspondingly more often represented in the random sample and this must be corrected for.

(b) Equidistribution of the enquiry weekday (person weighting);

As a rule the response rates for the individual enquiry days vary and must therefore be weighted.

(c) Matching of the household structure to the age and sex distribution of the whole population (person weighting);

In the typical household structure, age and sex correlate closely with mobility. Therefore the distribution by age and sex of the random sample must be brought into line with that of the whole population.

(d) Correction of the non-response bias (trip weighting);

In postal enquiries, a hundred percent response rate from the households questioned is not possible. A response quota of 60 to 70% is usual with several reminders. In section 2.4, it was shown that non-answerers have a different mobility behaviour. Since full response from the households questioned is not attainable, the mobility of the non-answerers must be estimated. This is possible through observation of mobility, differentiated according to means of transport and time of response.

This frequently employed procedure processes the individual weighting steps in sequence. The data weighting corresponds to a stratification of the random sample. This stepwise procedure is open to criticism:

- many of the corrections carried out in foregoing steps are again distorted, so that the process becomes mathematically inconsistent. The reason is that these steps are not independent strata of the random sample lying one under the other, but are multidimensionally linked through superposition. A de-aggregation of the strata through combination of the stratification characteristics is no remedy since the distribution of the population of the de-aggregated strata is not known;
- as a rule in this procedure separate weighting factors are determined for persons and trips. In the evaluation of the mobility characteristics «activity» or «trip» in relation to household or to person consistent results cannot be achieved since the mobility expressions «trip» and «activity» may be linked to several, possibly different, trip factors of a person.

2.6.2. Simultaneous data weighting

The aim of simultaneous weighting is to produce consistent weightings in one step or in several mathematically co-ordinated iteration steps. The term «simultaneous» indicates that the weighting to correct for the various characteristics of the sampling is undertaken using a single, unified algorithm. The aim here is to generate person-weighting, not trip-weighting, that satisfies all the known

characteristic distributions of the population. Simultaneous data weighting is effected as an iterative process. The person weightings are iteratively adapted from the initial values to those values that fulfil the conditions represented by the distribution of the weighting characteristics in the population as a whole. It is also possible to formulate supplementary conditions for the weighting. For example, a maximum permissible deviation of weightings from the mean weighting could be defined. Various algorithms can be employed for the iterative compensation calculation; e.g. the average factor method, the method of the minimum information principle, or that of maximum entropy. Experience shows that the process converges rapidly with a sufficiently large random sample, that is when the degree of freedom of the weighting system is great enough (Sammer, Fallast, 1990; Sammer, Zelle, 1982).

In the unified algorithm weightings involving households size, age and sex structure, and the enquiry weekday are by individual, as in the sequential step procedure; the non-response correction has to be corrected to a person-oriented weighting (Sammer, Fallast, 1990) before it is combined with the other three weightings.

2.6.3. Comparison of results of the two weighting procedures

An analysis of results of both weighting procedures was carried out using travel survey data of the Graz resident population (Köstenberger, Sammer, al., 1984). This was a postal travel survey with a random sample of 2371 persons.

Whereas the distribution of persons derived using the simultaneous procedure corresponded exactly to that for the population as a whole, the stepwise weighting procedure showed some considerable deviations as compared with the whole population. Naturally, the deviation is greater in the earlier weighting steps (Tables 2.6.3.1, 2.6.3.2). Thus for the distribution of household size, there were very large errors (with a maximum of 19%), and this also affected mobility data. The deviation for enquiry-day distribution was clearly less with a maximum of 2.5%. The distribution of persons according to age and sex agreed completely with the distribution of the whole population as this was carried out in the last person-weighting-step.

	Weighted sample	Population	Relative deviation
1 person	0.142	0.175	- 19%
2 persons	0.255	0.275	- 7%
3 persons	0.243	0.236	+ 3%
4 persons	0.223	0.199	+ 12%
> 4 persons	0.137	0.115	+ 19%
Total	1.000	1.000	-

Table 2.6.3.1: Comparison of distribution of persons according to household size of the stepwise weighted sample and the population

	Stepwise weighted sample	Population	Relative deviation
Monday	0.202	0.200	+ 1.0%
Tuesday	0.199	0.200	- 0.5%
Wednesday	0.195	0.200	- 2.5%
Thursday	0.201	0.200	+ 0.5%
Friday	0.203	0.200	+ 1.5%
Total	1.000	1.000	-

Table 2.6.3.2: Comparison of distribution of persons according the enquiry weekday of the stepwise weighted sample and the population

Column number	1	2	3	4	5
				relative deviation	
	unweighted random sample	stepwise weighting	simultaneous weighting	column 2 to column 1	column 3 to column 2
Share of mobiles (%)	87,81	86,11	87,13	- 1,9%	+ 1,2%
Trip/person and day	3,26	3,30	3,27	+ 1,2%	- 0,9%
trip/mobile and day	3,71	3,83	3,75	+ 3,2%	- 2,1%
day trip length/person (km/d)	17,46	16,96	18,17	- 2,9%	+ 7,1%
day trip duration/person, (min/day)	68,90	69,27	70,54	+ 0,5%	+ 1,8%
modal split					
on foot %	26,3	27,4	27,1	+ 4,2%	- 1,1%
bicycle %	9,6	8,8	9,0	- 8,3%	+ 2,3%
car passenger %	9,1	7,8	8,2	-14,3%	+ 5,1%
car driver %	36,3	36,5	36,5	+ 0,6%	+ 0,0%
public transport %	18,7	19,5	19,3	+ 4,3%	- 1,0%
total	100,0	100,0	100,1	-	-

Table 2.6.3.3: Comparison of mobility with various weighting procedures

Comparison of the mobility results with weighted and unweighted data shows considerable differences (Table 2.6.3.3). Thus the maximum deviations between unweighted and stepwise weighted data for modal split can be as high as 14.3%. However, the deviation between stepwise and simultaneous weighting are such that they too must be taken into account. The deviations are particularly large for car passengers, being 7.1% for day-trip length and a maximum of 5.1% in the modal split. In general it must be noted that the differences in results between unweighted and stepwise weighted data for some mobility characteristics show smaller deviations than those between the unweighted and simultaneously weighted data.

3. PLAUSIBILITY CHECKS

Finally an important problem should be mentioned that in practice receives too little attention - plausibility checks. These are to be understood as the

comparison of the results of travel behaviour surveys with data from other independent sources.

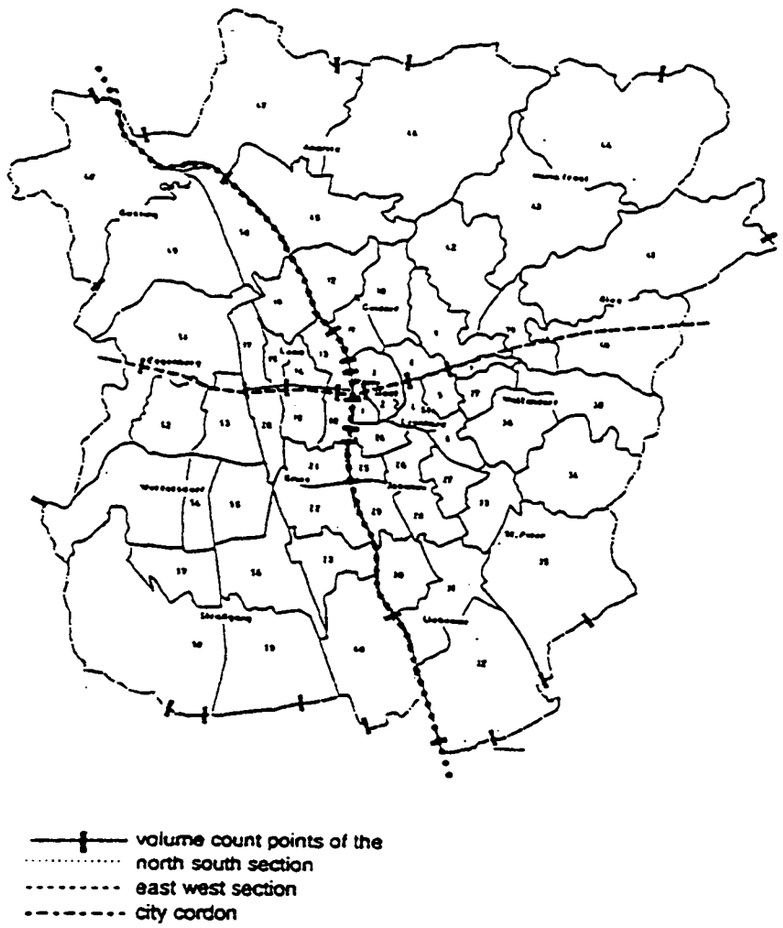


Figure 3.1: Control sections of the City of Graz

The following possibilities are noted:

- a check, especially for urban travel surveys, by means of an easily carried out average count along «sections» through the trip network in the survey area (Figure 3.1.). In cities with a river, counts on bridges can be made, or other breaks utilized such as railway lines with few streets that cross. The traffic movements counted at such network sections, differentiated according to modal split, should agree with the registered origin-destination travel behaviour. One should note that differences are not always due to survey errors. Other causes include: differing survey periods, different «populations» caused by tourist traffic etc. If one excludes these influences, experience shows that household surveys tend to under-register official and business travel. It is possible to correct for these survey errors in the weighting;
- comparison of the kilometres travelled for motorised transport as deduced from the household survey with the average annual kilometres of the vehicles. Investigations in Austria indicate under-registration of mobility in household surveys. The cause of these differences has not been clarified and requires further investigation.

4. CONCLUSION

The random sampling error is not the central problem in travel behaviour surveys. But it must be stated, that a not determined random sampling error can lead to false interpretation. The non-response of travel-behaviour surveys is an important source of bias, since the behaviour of those responding and those not responding is very different. Therefore the response rate should attain a quota of more than 60%. The non-response effect must be taken into account in establishing weighting and projections.

In general a step-by-step weighting procedure is often mathematically inconsistent and provides distorted results. Through simultaneous and mathematically consistent weighting procedures such distortion errors can be eliminated. Plausibility checks with other independent sources of data receive too little attention in practice. They are a good way to check the quality of travel-survey data.

BIBLIOGRAPHY

BRÖG W, ERL E, FALLAST K, SAMMER G, SCHECHTNER O (1986), Gutachten zur Verkehrsentwicklung und zum Verkehrsverhalten in Köln und seinem Umland - Anlagenband; im Auftrag der Stadt Köln.

HERRY M, SAMMER G, Socialdata, SNIZEK S, WERMUTH M (1995), Arbeitspaket des österreichischen Bundesverkehrswegeplanes, allgemeine Mobilitätserhebung der österreichischen Haushalte, unveröffentlicht, Graz, Wien 1995.

KERMER F, SAMMER G, FALLAST K, RÖSCHEL G (1994), Mobilitätsverhalten 1992 in Villach, im Auftrag des Magistrates Villach.

KLOAS J, KUNERT V (1994), Über die Schwierigkeit, Verkehrsverhalten zu messen; Die drei KONTIV-Erhebungen im Vergleich - Teil I und II; in: *Verkehr und Technik*, Heft 3 und 5.

KNOFLACHER H, SCHOPF (1993), Die Kärntner Haushaltsbefragung 1992; in: Gesamtverkehrskonzept Kärnten, Information Heft 7, Die Befragungen im Rahmen des Gesamtverkehrskonzeptes Kärnten; Herausgeber: Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt.

KÖSTENBERGER H, KRIEBERNEGG H, SAMMER G, ECCHER H, FALLAST K, SADILA A, SAURUGGER V (1985), Nahverkehrskonzept Zentralraum Salzburg, Verkehrsuntersuchung 1982; i. A. des Amtes der Salzburger Landesregierung und des Magistrates Salzburg et al., Graz.

KÖSTENBERGER H, SAMMER G, RÖSCHEL G, FALLAST K, SADILA A (1986), Wirksamkeit von Fördermaßnahmen des Radverkehrs für Bundesstraßen im städtischen Bereich; gefördert aus den Mitteln der Straßenforschung des Bundesministeriums für Bauten und Technk, Wien.

SAMMER G, FALLAST K (1983), Effects of various Population Groups and of Issue and Return Methods on the Return of Questionaires and the Quality of Answers in Large Scale Travel Surveys; *Proceedings of «New Surveys Methods in Transport; 2nd International Conference»*, Australia.

SAMMER G, FALLAST K, LAMMINGER R, RÖSCHEL G, SCHWANINGER Th (1990), Mobilität in Österreich 1983 - 2011, Herausgeber: ÖAMTC Wien.

SAMMER G, FALLAST K (1990), A consistent simultanous data weighting Process for travel behaviour surveys; *Proceedings of the 3rd International Conference on Survey Methods in Transportation*, Washington.

SAMMER G, ZELLE K (1982), A Method for Updating Existing Data Bases of an Origin-Destination Traffic Matrix; *Proceeding of the 1st PTRC-Meeting*, Warwick.

SCHWERTNER B, FALLAST K, KATTELER, SAMMER G (1983), Selected results of a standardised survey method for large-scale surveys in several cities; Session paper of the *New Survey Methods in Transport*, Conference in Hungerford Hill, Australia.

SOCIALDATA (1984), Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten (KONTIV) 1982; im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, München.

SOCIALDATA (1993), Mobilität in Wien, Sonderreihe zum neuen Wiener Verkehrskonzept, Heft 5/1993, Herausgeber: Magistrat der Stadt Wien.

STATISTISCHES ZENTRALAMT (1985), Verkehrserhebung - Ergebnisse des Mikrozensus 1983; *Statistische Nachrichten*; 40. Jahrgang, Heft 3, 8 und 11, Wien.

WERMUTH M (1985), Schriftliche Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten - Stichprobenauswahl und non-response-Problematik, *Schriftenreihe des DVWG*, Band B 81, Bergisch Gladbach.

RAISONS DU PASSAGE DU MODE EPISTOLAIRE AU MODE TELEPHONIQUE POUR L'ENQUETE SUISSE SUR LES TRANSPORTS

Alain Junod
Office fédéral de la statistique
Division de l'Economie Spatiale-Section des transports, Zurich

1. HISTOIRE

Les 25 dernières années, l'importance des statistiques sur les transports a changé d'une manière spectaculaire. Le développement de la mobilité et ses suites pour l'homme et l'environnement sont l'objet de débats politiques passionnés. Les statistiques sont devenues un outil indispensable pour la prise de décision politique.

Dans le cadre de la mise sur pied d'une conception générale des transports, on a entrepris dans les années septante un analyse détaillée des transports en Suisse. Dans ce but, on a créé une statistique globale. L'histoire des micro recensements sur le comportement en matière de transports est liée, de manière étroite, à ces nouvelles exigences.

En 1974 et 1979 ont eu lieu les deux premiers micro recensements. Ils étaient conçus sur le modèle d'un budget temps et réalisés en partie par écrit et par un interview personnel. Il était généralement admis que des informations de base sur le comportement en matière de transports devaient être récoltées régulièrement. Mais les besoins en informations plus détaillées ont amenés une nouvelle conception de ces enquêtes.

A la même époque, l'Office fédéral de la statistique a entrepris de mettre sur pied un système de micro recensements annuels sur différents sujets. Celui de 1984 nous concernant a été réalisé dans ce cadre, sur le modèle de ceux qui ont lieu régulièrement en Allemagne (KONTIV). Ceux de 1989 et 1994 sont une répétition de la même étude. Toutefois, l'enquête actuelle bénéficie de modifications conceptuelles et techniques importantes que nous décrirons plus loin.

Le micro recensement constitue aujourd'hui le pilier le plus important du programme général des statistiques sur les transports de personnes. Il fournit, d'une manière représentative pour la Suisse, les informations nécessaires pour connaître le comportement en matière de transports. Il est une base indispensable pour la planification et la politique des transports. Ses résultats servent également à étalonner les modèles de trafic au niveau nationale et pour les grandes agglomérations urbaines, à établir des prévisions, à préparer des mesures politiques et à en évaluer les résultats.

1.1. Problèmes liés à la méthode, besoins pour l'avenir

Bien qu'un des buts principaux de ces enquêtes était d'observer les variations dans le temps, les comparaisons d'une enquête à l'autre étaient difficiles. De grandes différences étaient souvent constatées qui provenaient de changements dans la méthode ou simplement dans la forme du questionnaire. Les problèmes liés à l'environnement ont amené le besoin de connaître de manière plus précise la répartition du trafic selon les moyens de transport.

1.2. Mesure de la mobilité

Les milieux intéressés par cette étude sont très divers et il a fallu chercher des solutions pour satisfaire toutes les demandes. Parmi les nombreuses questions auxquelles doit répondre cette étude on peut citer les suivantes :

- quelles distances sont parcourues chaque jour, pour quels motifs et avec quels moyens de transport ? ;
- combien de temps est nécessaire chaque jour pour se déplacer ? ;
- quels sont les facteurs qui influencent le comportement ? Par exemple : âge, sexe, situation professionnelle, possession d'un véhicule, places de parcs à disposition, abonnement des transports publiques ;
- quel est le nombre moyen d'automobiles, de motos et autres véhicules par ménage ? ;
- quelle est le taux d'occupation moyen des automobiles ? ;
- quelles sont les conditions liées au choix entre la voiture et les transports publiques ? Par exemple : les places de parc au lieu de travail, la sensibilité aux problèmes de l'environnement ;
- quelle est l'influence de la saison et du jour de la semaine ? ;
- comment étalonner un modèle de trafic urbain ?.

Comme on peut le voir dans ces questions, il n'est pas simple de trouver une grandeur mesurable qui puisse servir à tous les cercles intéressés. Certains voudront connaître le nombre et le genre de décisions que prend une personne en une journée. D'autres ont besoin de chiffres précis quant au nombre de kilomètres parcourus. Pour les modèles de trafic on veut établir des flux entre des locations précises. Les points de vue possibles sont nombreux et d'une grande variété.

D'autre part, on s'aperçoit que le choix d'une grandeur mesurable implique un modèle de comportement des gens. On présuppose souvent que tout le monde a un comportement standard (genre métro, boulot, dodo), ce qui peut amener à négliger des trajets qui n'entrent pas dans ce schéma.

Traditionnellement on utilise comme unité de mesure le **déplacement**. Un déplacement commence quand une personne se met en mouvement pour un motif précis et s'arrête lorsque ce motif peut être satisfait. Il est caractérisé par sa distance, sa durée, son motif et les moyens de transport utilisés.

L'emploi de cette unité de mesures amenait plusieurs problèmes :

- il était nécessaire d'expliquer à la personne interviewée la notion de «déplacement» afin que celle-ci fasse le découpage des activités de la journée. On n'avait aucun moyen de vérifier comment les personnes questionnées comprenaient cette notion ;
- lorsqu'un déplacement avait été effectué avec plusieurs moyens de transport, on ne savait pas quelle distance avait été parcourue avec chacun d'eux. On attribuait la distance totale du déplacement au moyen de transport principal. Cette manière de faire amène à négliger les trajets à pied ou en vélo pour se rendre au départ d'un autre moyen de transport (une gare ou un arrêt de bus par exemple).

Afin de pouvoir saisir plus en détail la répartition des déplacements sur les différents moyens de transport nous avons introduit comme nouvelle unité de mesure **l'étape**. L'étape est une partie d'un déplacement effectuée avec un seul moyen de transport. Elle est caractérisée par le lieu de départ, le lieu d'arrivée, la distance, l'heure de départ, l'heure d'arrivée et le moyen de transport. L'introduction de cette grandeur est la différence principale entre notre étude et les précédentes.

Le contrôle du jour d'échantillonnage est difficile à réaliser par une enquête épistolaire. Les personnes questionnées remplissent plus facilement les formulaires en fin de semaine. Si on leur demande de répondre pour un jour particulier, on doit s'attendre à un phénomène d'oubli (un formulaire rempli le dimanche, concernant le lundi précédent, sera probablement incomplet).

2. CHOIX D'UNE NOUVELLE METHODE

L'introduction de la notion d'étape a une conséquence directe sur la méthode : l'enquête épistolaire, telle qu'elle était pratiquée, n'est plus envisageable. En effet, on ne peut pas demander aux personnes questionnées de subir un cours sur les notions de déplacement et d'étape, avant de remplir un questionnaire qui ressemble à une déclaration d'impôts. Notre choix s'est porté sur une enquête téléphonique assistée par ordinateur (CATI) pour les raisons suivantes :

- le taux de raccordement des ménages au réseau téléphonique dépasse 95 %. La technique des interviews par téléphone a fait de grands progrès ces dernières années ;
- le téléphone permet de donner des explications supplémentaires adaptées à la personne questionnée ;
- le taux de réponse est meilleur que celui des enquêtes épistolaires ;
- grâce à l'ordinateur, les questions qui s'adressent uniquement à un groupe de personnes, ne sont pas posées aux autres personnes. On assure ainsi qu'aucune question n'est oubliée ;
- le contrôle de la répartition des jours d'échantillonnage est réalisé par le système CATI ;

- l'ordinateur permet l'emploi de banques de données qui facilitent grandement la saisie de certaines informations comme les numéraux postaux, les modèles de voiture et les professions ;

- pour les questions d'opinion, il est possible que les réponses soient influencées par l'ordre dans lequel elles sont données. Cet effet vient du fait que les gens reçoivent des informations par les premières questions qui influencent leur opinion pour les suivantes. Le système CATI permet de changer constamment l'ordre des questions posées et d'annuler ainsi cet effet ;

- l'interview sur les déplacements le jour d'échantillonnage se fait en trois cycles. Les téléphonistes commencent par noter toutes les activités de la journée (avez vous travaillé, avez vous faits des achats ?...). Ce premier cycle aide la personne questionnée à se souvenir de sa journée et ne lui permet plus, par la suite, d'omettre des déplacements pour écourter l'interview. Le deuxième cycle consiste à décrire tous les déplacements qui ont été faits : source, destination, distance, heures de départ et d'arrivée, motif. Enfin on enregistre, pour chaque déplacement, toutes les étapes accomplies. Les téléphonistes rendent les gens attentifs aux petites étapes qui sont facilement oubliées lors d'enquêtes par écrit (comment vous êtes-vous rendu à l'arrêt de bus ?). On peut s'attendre ainsi à une augmentation de la mobilité mesurée, par rapport aux enquêtes précédentes ;

- n'oublions pas l'avantage très important des tests de plausibilité. L'ordinateur peut avertir tout de suite si certaines réponses ne sont pas plausibles et suggérer des questions supplémentaires pour valider ou corriger l'information donnée.

L'enquête téléphonique n'est pas la seule méthode pouvant amener ces avantages. On pourrait également envisager l'emploi d'un carnet de bord pour saisir les déplacements suivi d'un entretien en tête à tête réalisé à l'aide d'un ordinateur portable. Cette méthode aurait certainement des résultats comparables, mais son prix plus élevé est un désavantage.

3. EVALUATION DE LA METHODE SUR LA BASE DES RESULTATS

3.1. Taux de réponse de l'enquête 1994

Le sondage pour l'enquête sur le comportement de la population suisse en matière de transports a été réalisé entre le 3 janvier 1994 et le 31 janvier 1995. Il a été réparti de manière uniforme sur toute l'année afin de pouvoir étudier les effets saisonniers. L'enquête portait sur la population résidant en Suisse, formée des personnes de 6 ans et plus et parlant l'allemand, le français ou l'italien. Les adresses des ménages ont été tirées au hasard parmi la population des ménages disposant d'un raccordement téléphonique.

L'enquête avait lieu à deux niveaux. Tout d'abord on posait des questions sur le ménage (nombre de personnes, nombre de voitures etc.) et sur les habitudes des personnes constituant ce ménage. Ensuite, une ou deux personnes du ménage (que

nous appellerons «personnes de référence») étaient choisies pour décrire de manière détaillée tous les déplacements effectués le jour précédent.

adresses de départ	**23 191**	**100.0 %**
- pas atteignable	599	2.6 %
- autre langue	446	1.9 %
adresses valables	**22 146**	**95.5 %**

adresses valables	**22 146**	**100.0 %**
- refus	1 827	8.2 %
- interview impossible	907	4.1 %
- pas atteint	2 335	10.5 %
- autres	507	2.3 %
interviews ménages réalisés	**16 570**	**74.8 %**

Interviews ménage	16 570	85.9 %
- deuxième personne de référence	2 727	14.1 %
adresses de personnes	**19 297**	**100.0 %**
- refus	644	3.3 %
- interview impossible	59	0.3 %
- autre langue	61	0.3 %
- pas atteint	449	2.3 %
- autres	64	0.3 %
interviews personne réalisés	**18 020**	**93.4 %**

Tableau 1 : Taux de réponse

Le taux de réponse obtenu par l'enquête téléphonique dépasse nettement celui l'enquête épistolaire en 1989 qui était de 63 %.

3.2. Correction des effets de la non réponse

On peut regrouper les objets étudiés par notre enquête dans deux catégories : les objets appartenant aux ménages (par exemple : les voitures, les vélos, les personnes habitant ce ménage) et les objets appartenant aux personnes de référence (par exemple : les déplacements d'une personne). Nous n'acceptons pas d'interview incomplet, que ce soit au niveau ménage ou au niveau de la personne de référence, si bien que nous avons le même taux de réponse pour toutes les questions.

On parle de «non-réponse» dans tous les cas où on a pas pu atteindre le ménage ou la personne choisie, ainsi qu'en cas de refus de répondre de la personne interviewée. La «non-réponse» peut être corrélée avec le comportement en matière de transports et doit être corrigée d'une manière appropriée.

Pour corriger les distorsions de notre échantillon, qui pourraient provenir des effets cités ci-dessus, nous avons pondéré les données. On peut ainsi tenir compte des faits suivants :

- les personnes refusant de répondre, ou n'ayant pas pu être atteintes, peuvent avoir un comportements différents des personnes interviewées. En effet, une personne qui se déplace beaucoup est plus difficile à atteindre. Les non-réponses peuvent introduire un biais dans notre enquête ;
- le taux de réponse et le comportement varient suivant le jour de la semaine et la saison.

On fait l'hypothèse que les personnes qui n'ont pas pu être atteintes ont le même comportement que les autres personnes de la même catégorie et on ajuste les poids pour représenter la population suisse au niveau de ces catégories. De même on ajuste les poids pour que les jours de la semaine et les saisons soient représentés de manière uniforme.

3.2.1. Post-stratifications et pondérations

Pour calculer les poids, un choix a du être fait des caractéristiques de notre échantillon que l'on veut faire coïncider avec celles de la population suisse. Il s'agit principalement de choisir des caractère qui influencent le comportement en matière de transports et sur lesquels on peut obtenir des statistiques à partir du recensement de la population.

3.2.1.1. Choix d'une post-stratification pour les ménages

Nous disposons de peu d'informations au niveau ménage qui puissent être directement comparées aux données du recensement 1990 de la population : la taille du ménage et la région géographique. Le nombre de voitures, qui aurait été très intéressant, n'a malheureusement pas été recensé en 1990.

Afin d'affiner cette post-stratification, nous avons cherché le moyen d'utiliser certains caractères enregistrés pour les personnes composant le ménage. Certaines enquêtes font appel pour cela au concept de chef de ménage. Nous avons préféré utiliser des valeurs moyennes sur toutes les personnes composant le ménage : l'âge moyen et la proportion de femmes. Ce choix a été fait pour les raisons suivantes :

- ces valeurs permettent de distinguer les ménages à une personne jeune ou plus âgée, homme ou femme, qui présentent de grandes différences de comportement en matière de transports et des taux de réponse. Ces ménages représentent 27 % du total ;
- bien que la distinction soit plus difficile à interpréter pour les ménages à plusieurs personnes, elles permettent d'affiner la post-stratification : jeunes couples, retraités, ménages d'étudiants, communautés non mixtes peuvent être en partie distingués ;
- on peut extraire ces valeurs du recensement 1990.

Ces quatre variables : région, taille du ménage, âge moyen et proportion de femmes forment un découpage trop détaillé de notre échantillon pour pouvoir déterminer les poids indépendamment pour chaque cellule. Nous avons effectué un calage sur les marges de la manière suivante :

1. âge moyen * taille,
2. région * proportion de femmes,
3. région * taille.

Pour caractériser la région, nous avons choisi les distinctions ville/campagne et régions linguistiques, qui présentent des variations non négligeables de comportement (voir par exemple le nombre de voitures par ménage). Les parties française, italienne et romanche de la suisse ont été regroupées afin d'obtenir un nombre suffisant de ménages pour chaque valeur de calage.

3.2.1.2. Poids pour les ménages

Pour donner une idée des effets de la non-réponse sur notre échantillon, nous donnons dans le Tableau 2 une comparaison entre les valeurs attendues pour la marge «région * taille» et le nombre d'interviews réalisés. Le rapport donné dans la dernière colonne indique la grandeur de la correction effectuée par la pondération. On voit, entre autres, que les ménages d'une personne sont plus difficiles à contacter que les autres.

ville/ campagne	langue	taille du ménage	recensement 1990	nombre de ménages attendu dans l'échantillon	nombre d'interviews corrigé pour la probabilité de tirage	rapport (effet de la non-réponse)
ville	germains	1	514 555	3 000	2 559	0.85
		2	477 461	2 784	3 056	1.10
		3	205 207	1 197	1 191	1.00
		4	196 769	1 147	1 239	1.08
		5 et plus	73 717	430	481	1.12
	latins	1	210 755	1 229	951	0.77
		2	181 038	1 056	1 076	1.02
		3	93 381	544	530	0.97
		4	80 290	468	537	1.15
		5 et plus	25 597	149	170	1.14
campagne	germains	1	135 999	793	657	0.83
		2	170 765	996	1 139	1.14
		3	88 787	518	506	0.98
		4	99 687	581	656	1.13
		5 et plus	67 536	394	405	1.03
	latins	1	59 023	344	284	0.83
		2	70 489	411	431	1.05
		3	36 869	215	212	0.99
		4	36 423	212	235	1.11
		5 et plus	17 502	102	136	1.33

Tableau 2 : Effets de la non réponse des ménages
Nombre de ménages en fonction du lieu (ville/campagne), de la région linguistique et de la taille du ménage

Définitions :

- nombre de ménages attendu dans l'échantillon : nombre proportionnel aux ménages recensés en 1990 pour la post-stratification considérée ;

- correction pour la probabilité de tirage : pondération pour tenir compte de la stratification de l'échantillon (certaines villes et cantons ont payé pour augmenter la taille de l'échantillon les concernant).

3.2.1.3. Choix d'une post-stratification pour les personnes

Nous disposons, au niveau des personnes interrogées, de plus d'information qu'au niveau ménage. Le choix des variables pour la post-stratification est plutôt limité par les données extraites du recensement de la population que nous pouvons obtenir. Nous avons utilisé les extrapolations pour l'année 1993. Les chiffres extrapolés pour 1994 n'ont malheureusement été connus qu'en juin 1995, ce qui était trop tard pour notre dépouillement. Il faut dire aussi que les effets que nous voulons corriger sont beaucoup plus grand que les variations de la population suisse en une année et que l'approximation que nous faisons n'apporte aucun effet pouvant

compromettre la qualité de nos estimations. Le taux de réponse dépend du jour de la semaine et de la saison. Il est nécessaire de pondérer nos données pour corriger ces effets. Après plusieurs essais nous avons choisis les marges suivantes :

- région * nationalité * sexe,
- âge * nationalité * sexe,
- âge * état civil * sexe,
- saison * jour de la semaine.

Pour la région nous avons pris les 5 régions du territoire national utilisées dans les publications de l'OFS.

Le choix des variable a été dicté par leur importance pour le comportement en matière de transports. Les combinaisons de variables pour les marges sont choisies de façon a avoir un nombre raisonnable de catégories différentes. Les catégories impossibles (par exemple marié 6-12 ans) ne sont pas utilisées pour le calcul des poids. On élimine également les catégories avec moins de 30 observations.

Le mois de janvier constitue un cas particuliers qui doit être traité à part. Notre enquête ayant eu lieu du 3 janvier 1994 au 31 janvier 1995, les interviews de cette période de l'année sont sur-représentés. D'autre part au début janvier 1994 on a questionné uniquement les personnes faciles à atteindre tandis qu'en janvier 1995 on a aussi contacté des personnes qui ont nécessité plusieurs semaine pour être atteintes. Après nous être assurés qu'il n'existait aucune différence significative entre les résultats des mois de janvier 1994 et 1995, nous avons décidé de le considérer comme une 5ème saison (pour le calcul des poids). On peut ainsi utiliser tous les interviews réalisés en assurant que nos estimateurs donnent bien des moyennes annuelles.

3.2.1.4. Poids pour les personnes

Le poids pour une personne de référence est le produit du poids du ménage auquel appartient cette personne et un poids qui corrige la probabilité d'être choisie pour l'interview et la non-réponse. Nous avons choisi comme exemple la marge «âge * état civil * sexe» pour donner une idée de l'ordre de grandeur des distorsions de l'échantillon dues à la non-réponse.

On constate que les corrections à effectuer par la pondération restent petites (la pondération au niveau ménage a déjà bien redressé l'échantillon).

âge	état civil	sexe	extrapolation du recensement 1990 pour 1993	nombre de personnes attendu dans l'échantillon	nombre d'interviews corrigé pour la probabilité de tirage	rapport (effet de la non-réponse)
6 - 12	célibataires	hommes	285 079	793	821	1.03
		femmes	270 877	754	802	1.06
13 - 17	célibataires	hommes	199 711	556	552	0.99
		femmes	189 123	526	578	1.10
	mariés	hommes	14	0	.	**1
		femmes	195	1	.	**1
18 - 39	célibataires	hommes	664 393	1 849	1 818	0.98
		femmes	520 932	1 450	1 452	1.00
	mariés	hommes	485 687	1 352	1 305	0.97
		femmes	585 859	1 631	1 710	1.05
	séparés	hommes	26 927	75	96	1.28
		femmes	43 464	121	115	0.95
	veufs	hommes	870	2	4	**1
		femmes	4 019	11	9	**1
40 - 64	célibataires	hommes	107 824	300	285	0.95
		femmes	99 967	278	250	0.90
	mariés	hommes	865 147	2 408	2 342	0.97
		femmes	804 261	2 238	2 396	1.07
	séparés	hommes	85 347	238	243	1.02
		femmes	112 448	313	321	1.03
	veufs	hommes	13 143	37	47	1.28
		femmes	65 446	182	180	0.99
>= 65	célibataires	hommes	31 939	89	47	0.53
		femmes	76 665	213	162	0.76
	mariés	hommes	313 615	873	890	1.02
		femmes	242 612	675	661	0.98
	séparés	hommes	15 074	42	34	0.81
		femmes	32 660	91	85	0.94
	veufs	hommes	56 255	157	169	1.08
		femmes	275 188	766	643	0.84

**1 : n'a pas été utilisé pour le calage des poids

Tableau 3 : Effet de la non-réponse des personnes
Nombre de personnes en fonction de l'âge, de l'état civil et du sexe

Définitions :

- nombre de personnes attendu dans l'échantillon : nombre proportionnel aux personnes recensées en 1990 pour la post-stratification considérée et extrapolé pour 1993 ;

- correction pour la probabilité de tirage : pondération pour tenir compte de la méthode de choix des personnes de références (une personne de référence pour

les ménages de 1 à 3 personnes, 2 personnes de référence pour les ménages de 4 personnes et plus).

3.3. Quelques résultats

Les résultats qui sont présentés ici ont pour but de présenter la précision statistique que l'on peut attendre de notre enquête. Ils concernent toutes les personnes âgées de 6 ans ou plus et résidant en Suisse, indépendamment du fait qu'elles aient été mobiles ou pas le jour d'échantillonnage. Le Tableau 4 contient les valeurs journalières moyennes pour la distance, le temps et le nombre de déplacements. Ces mêmes valeurs, analysées en fonction des groupes de la population, sont la base de la plupart des études faites à partir de notre enquête.

jour de la semaine	distance journalière en km		durée journalière en minutes		nombre quotidien de déplacements		taux de mobilité en %	
tous	33.2	+-1.1	82.6	+-1.3	3.24	+-0.03	88.3	+-0.5
lundi-vendredi	32.8	+-1.0	82.2	+-2.0	3.54	+-0.04	90.5	+-0.6
samedi	34.8	+-2.7	83.5	+-5.7	3.01	+-0.08	87.2	+-1.6
dimanche+fêtes	33.5	+-2.7	84.0	+-4.1	2.11	+-0.06	79.2	+-1.8

base : 18 020 personnes
note : l'intervalle de confiance à 95 % est donné après le signe +-

Tableau 4 : Valeurs caractéristiques moyennes,
pour les personnes âgées de 6 ans et plus

Une grandeur très importante est le taux d'occupation des voiture. Il permet, à partir des comptages routiers, d'évaluer le nombre de personnes transportées sur la route.

jour de la semaine	taux d'occupation (nombre moyen de passagers par kilomètre)											
	tous les buts		travail		formation		achats		loisirs		professionnels	
tous	1.62	+-0.04	1.14	+-0.02	1.35	+-0.18	1.70	+-0.06	2.07	+-0.08	1.30	+-0.08
lundi-vendredi	1.45	+-0.04	1.14	+-0.02	1.39	+-0.20	1.65	+-0.06	1.87	+-0.12	1.29	+-0.08
samedi	1.90	+-0.10	1.20	+-0.14	1.22	+-0.39	1.83	+-0.14	2.10	+-0.12	1.32	+-0.20
dimanche+fêtes	2.34	+-0.10	1.23	+-0.35	.	.	2.01	+-0.33	2.40	+-0.14	1.88	+-0.43

base : 20 419 déplacements de voitures

Tableau 5 : Taux d'occupation des voitures de tourisme

3.4. Evaluation de l'erreur statistique

Les tests de plausibilité faits en ligne par l'ordinateur ont beaucoup amélioré la qualité des résultats de l'enquête. On a pu vérifier, à partir des adresses données lors de l'enregistrement des étapes, que les distances estimées par les personnes interviewées n'étaient pas biaisées. Nous avons gagné une plus grande confiance quant à l'absence d'erreurs systématiques importantes dans nos résultats. Ceci nous

amène à étudier de plus près la précision statistique obtenue avec la taille de notre échantillon.

Tous les estimateurs des grandeurs que nous publions sont basés sur une pondération de post-stratification. Nous ne pouvons pas utiliser, pour estimer la variance, les formules traditionnelles pour des estimateurs linéaires. Nous avons choisi d'utiliser la méthode jackknife, qui consiste à diviser l'échantillon en plusieurs répliques et d'estimer la variance à partir de la variation des valeurs obtenues pour chaque réplique (Wolter, 1985).

Le Tableau 6 a pour but de montrer quelle précision statistique peut être obtenue pour différentes parties de la population. L'intervalle de confiance à 95 % est donné après le signe +-.

canton	distance journalière en km		durée journalière en minutes		nombre quotidien de déplacements		taux de mobilité en %		taille de l'échantillon (personnes)
Suisse	33.2	+-1.1	82.6	+-1.3	3.24	+-0.03	88.3	+-0.5	18 020
Zürich	35.2	+-2.2	88.3	+-3.7	3.21	+-0.09	89.1	+-1.3	4 073
Lucerne	32.0	+-5.4	86.0	+-9.5	3.26	+-0.18	90.1	+-2.6	623
Genève	21.4	+-3.1	76.5	+-7.3	3.44	+-0.18	91.1	+-2.4	618
Fribourg	39.5	+-7.9	81.5	+-10.7	3.25	+-0.25	88.8	+-2.9	425
Jura	33.3	+-9.5	82.1	+-16.9	3.57	+-0.36	91.0	+-5.0	136

Tableau 6 : Valeurs caractéristiques moyennes, pour les personnes âgées de 6 ans et plus Comparaison des intervalles de confiance pour plusieurs tailles d'échantillon

4. PROPOSITIONS POUR COMPARER LES DIFFERENTES ENQUETES

enquêtes			personnes								déplacements			
	âge minimum (ans)	nombre de ménages	distance moyenne journalière		temps moyen journalier en minutes		nombre de déplacements journalier		mobilité en %		distance moyenne en km		durée moyenne en minutes	
1974	16	2 114	24.1		77.6		3.39		90.3		7.1		22.9	
1979	14	2 000	34.7		87.9		2.70		?		12.9		32.5	
1984	10	3 513	29.4		69.6		3.35		83.5		8.8		20.8	
1989	10	20 472	33.1		77.4		2.88		82.4	-	11.5		26.9	
1994	10	16 570	34.0	+-1.1	83.7	+-2.1	3.25	+-0.04	88.2	+-0.6	10.5	+-0.2	25.8	+-0.4
1994	6	16 570	33.2	+-1.2	82.6	+-1.4	3.24	+-0.04	88.3	+-0.6	10.2	+-0.2	25.5	+-0.4

Tableau 7 : Comparaison des enquêtes de 1974 à 1994

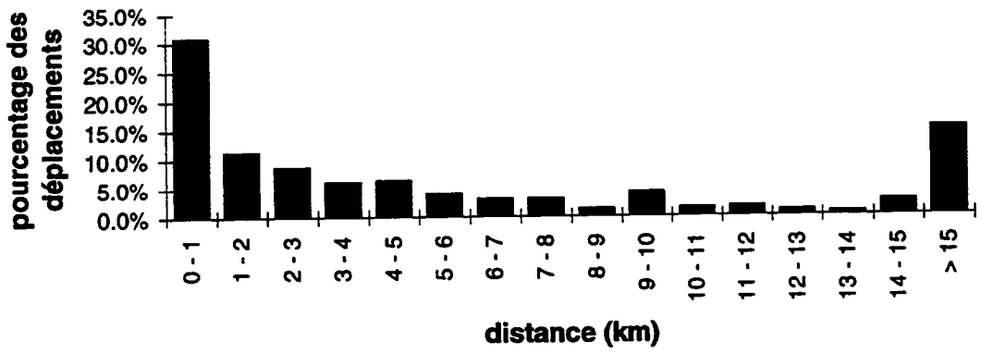
Les intervalles de confiance ne sont pas connus pour les enquêtes antérieures (la taille des échantillons peut donner un ordre de grandeur). Les étapes enregistrées en 1994 ont été agrégées en déplacements qui peuvent être comparés à ceux enregistrés précédemment.

En comparant les résultats de l'enquête 1994 aux enquêtes précédentes on constate les phénomènes suivants :

- les déplacements varient beaucoup d'une enquête à l'autre, en nombre, en distance et en durée ;
- le taux de mobilité est également très différent d'une enquête à l'autre ;
- les distances et durée moyennes par personne varient dans une plus petite proportion.

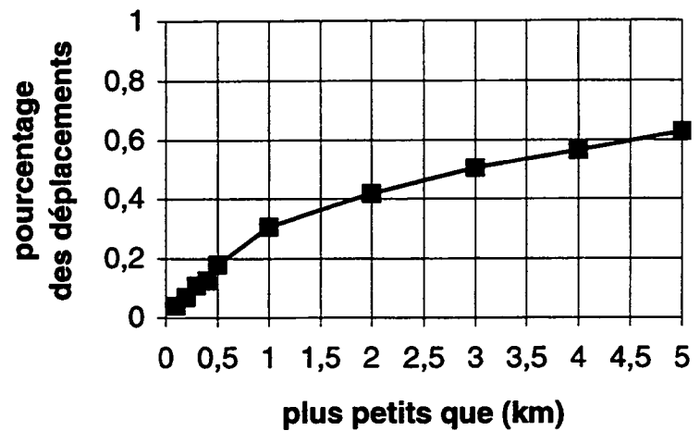
Le déplacement est l'unité de base utilisée par le statisticien pour enregistrer l'activité des personnes. Il n'est pas étonnant de constater qu'elle sert souvent à analyser les données des enquêtes sur les transports. Cette manière de publier les résultats est souvent malheureuse, car elle amène surtout à constater des différences dans les méthodes d'enquête, plutôt que des variations de comportement, ce qui serait beaucoup plus intéressant.

Si on considère la distribution des déplacements en fonction de leur longueur (voir Graphiques 1 et 2), on constate que presque 20 % de ces déplacements ont moins de 500 m. Une variation de 100 mètres de la longueur à partir de laquelle les déplacements sont enregistrés fait varier de 4 % le nombre moyen de déplacements par personne. Par contre ce même changement est très peu visible sur la distance moyenne par personne.



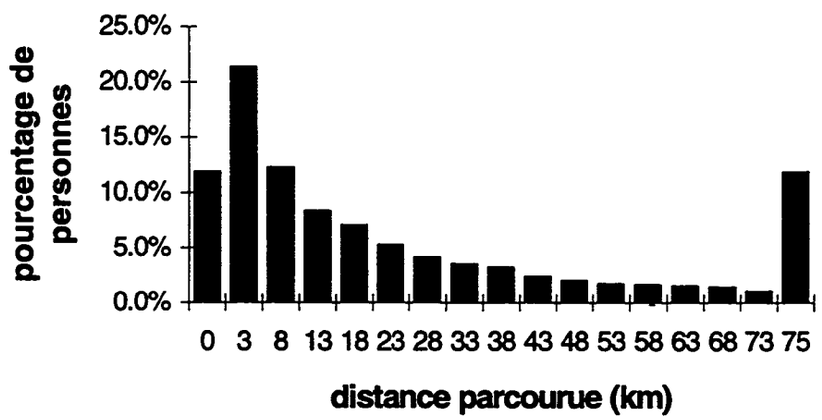
Graphique 1 : Distribution des déplacements selon la distance

Il faut mentionner aussi que la manière de découper les activités journalières d'une personne en déplacements peut varier d'une enquête à l'autre. Il suffit de changer l'explication du concept de déplacement aux personnes questionnées pour faire varier la manière de remplir le formulaire (par exemple aller et retour du travail considérés comme un seul déplacement).

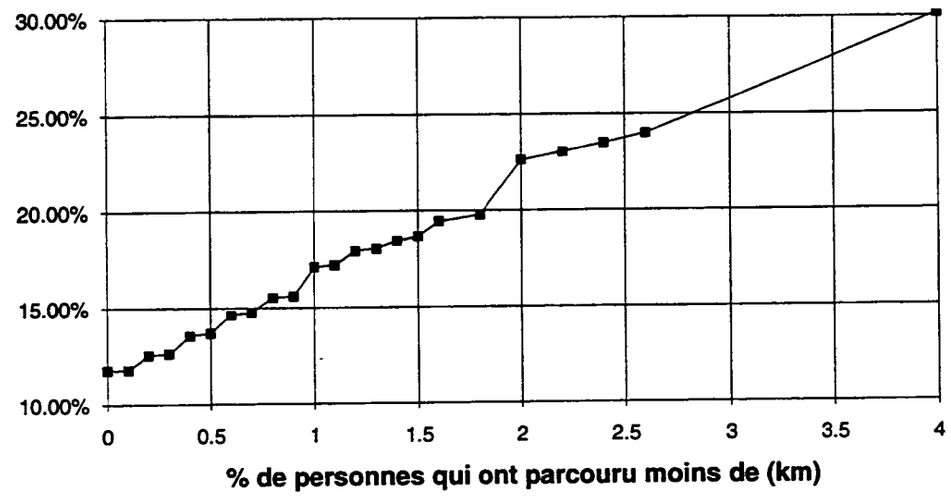


Graphique 2 : Distribution cumulée des déplacements selon la distance

Le taux de mobilité (pourcentage des personnes ayant effectué au moins un déplacement le jour d'échantillonnage) est également une grandeur floue. Comme on peut le voir sur les Graphiques 3 et 4, un changement de 200 mètres de la limite à partir de laquelle une personne est considérée comme mobile change le taux de mobilité de 1 %. Ce n'est bien sûr pas le seul effet qui peut expliquer les différences d'une enquête à l'autre. Le seuil psychologique, à partir duquel une activité est jugée digne d'être rapportée, varie suivant le type de rapport entre enquêteur et enquêté. L'interview par téléphone permet de parler d'activités avant de parler de déplacements et a ainsi un avantage sur les enquêtes par écrit.



Graphique 3 : Distribution des personnes selon la distance journalière



Graphique 4 : Distribution cumulée des personnes selon la distance journalière

5. CONCLUSIONS

L'enquête téléphonique assistée par ordinateur a des avantages décisifs sur les enquêtes épistolaires. On peut citer, entre autres :

- l'obtention de données plus détaillées ;
- la vérification en ligne des données enregistrées ;
- le dialogue entre les téléphonistes et les personnes questionnées ;
- le contrôle du jour d'échantillonnage ;
- la diminution du temps nécessaire pour les personnes questionnées et ainsi une meilleure acceptation par le public.

La comparaison avec l'emploi d'un carnet de bord, suivi d'un entretien en tête à tête n'a pas été faite. Elle serait intéressante mais nous n'avons aucune expérience en ce domaine.

La notion de déplacement est très utile comme unité de mesure lors de l'enquête. Toutefois la présentation des résultats sous forme de nombre de déplacements par personne, de longueur et de temps moyen des déplacement amènent beaucoup de problèmes. Nous plaidons pour l'oubli de cette notion lors de la publication des résultats. Les distances et temps par personne sont des indicateurs plus stables de la mobilité et permettent beaucoup mieux de comparer les résultats d'enquêtes différentes.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont tout d'abord à mon collègue, Felix Davatz, qui a partagé avec moi le dépouillement de cette enquête. Le tirage des adresses et la mise au point des méthodes statistiques n'auraient pas été possibles sans la collaboration de messieurs Louis Fluri, Beat Hulliger et Rudi Peters . Je remercie également le département fédéral des transports des communication et de l'énergie qui a financé en partie cette étude. L'institut LINK à Lucerne a réalisé les interviews téléphoniques avec professionnalisme. Je remercie enfin monsieur Patrick Bonnel qui a organisé ce colloque.

BIBLIOGRAPHIE

BEAT H, RUDI P (1996), *Enquête sur le comportement en matières de transports en 1994 : plan d'échantillonnage et estimateurs,* Rapport de méthode, Office fédéral de la statistique, 57 p., Berne.

OFS (1996), *Comportement de la population suisse en matière de transports en 1994,* Office fédéral de la statistique, N° de commande 176-9402, 122 p., Berne.

OFS (1996), *Recueil de tableaux électronique pour l'enquête 1994 sur le comportement en matière de transports,* Office fédéral de la statistique, N° de commande 176-9403-01, 3 disquettes, Berne.

WOLTER KM (1985), *Introduction to Variance Estimation,* Springer Verlag, ISBN 0 387 96 119 94, 427 p., New York.

TELEPHONE OU FACE A FACE : EVALUATION COMPARATIVE DE DEUX METHODES D'ENQUETE

Patrick Bonnel, Michel Le Nir
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

La connaissance des déplacements urbains donne lieu à de multiples enquêtes de natures très différentes. Divers modes d'enquête sont utilisés : épistolaire, téléphone, face à face au domicile ou sur le terrain. Les objectifs sont également très diversifiés. Il convient donc de délimiter quelque peu notre terrain de comparaison des modes d'enquête téléphonique et face à face (au domicile). Nous limitons notre investigation à la collecte de données sur les pratiques de déplacements urbains sur une durée donnée, qui est généralement la journée de la veille. De ce fait, nous éliminons les nombreuses enquêtes de clientèle ou de fréquentation d'un équipement donné ou de services particuliers, de même que les enquêtes d'opinion.

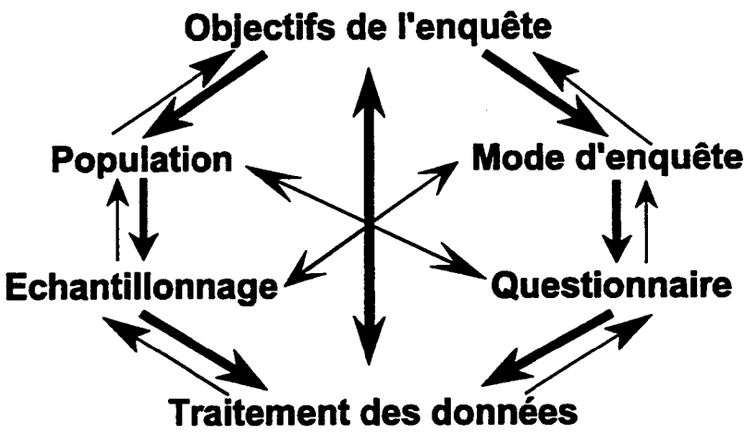
La méthodologie habituellement employée en France est celle des enquêtes déplacements auprès des ménages appelées «enquêtes ménages» (CETE, CETUR, 1989). C'est une enquête lourde en face à face auprès de tous les membres du ménage, sur leurs déplacements de la veille et sur les caractéristiques socio-économiques des individus et des ménages. Ces enquêtes fournissent la principale source de données pour alimenter les modèles de trafic et la réflexion sur la planification des déplacements urbains. Alors que de nombreux pays (Canada, Suisse, Pays Bas, Portugal, USA (Richardson, al., 1995)...) ont opté pour le mode téléphonique, notamment pour des raisons de coûts d'enquête, l'«enquête ménages» française subsiste en face à face. Le développement de l'usage du téléphone dans les enquêtes n'est pas spécifique au domaine des transports (Richardson, al., 1995). Bien au contraire, il est très répandu dans nombre d'organismes statistiques ou d'instituts de sondage. Dès lors, il nous semble intéressant d'essayer de faire le point sur les avantages réciproques des deux modes d'enquête.

Dans le domaine des transports urbains de personnes, comme dans la plupart des domaines explorés par les sciences humaines, la mise en place d'une méthodologie d'enquête présente une grande complexité. Le déroulement chronologique des différentes phases marquant la production de données, pourrait laisser croire que les étapes situées en aval n'ont qu'une faible incidence sur les étapes qui les ont précédées. Il n'en est rien. Nous savons bien que dans la pratique une enquête suppose de considérer simultanément des questions aussi diverses que la détermination et la hiérarchie des objectifs, la délimitation de la population de référence, la sélection de la méthode d'échantillonnage, la détermination du mode d'enquête, l'élaboration du questionnaire ou le traitement des données. Chacun de ces aspects est fortement interdépendant des autres. L'examen de la question du mode d'enquête ne peut donc faire abstraction des autres dimensions de l'enquête.

C'est à partir de ces dimensions que nous construisons le plan de notre communication, que nous développons ci-dessous à travers la présentation de notre conception de la méthodologie d'enquête.

1. INTRODUCTION

La conception d'une enquête repose sur la prise en considération simultanée de six dimensions essentielles résumées à l'aide du schéma ci-dessous[1] .



Les objectifs des enquêtes statistiques qui nous intéressent reposent sur la connaissance des caractéristiques de déplacements réalisés en milieu urbain par une population donnée. Les enjeux représentés par une telle connaissance varient toutefois d'une ville à l'autre en fonction des acteurs impliqués. Nous verrons qu'il est toutefois possible de proposer une typologie, même simplifiée, de ces enquêtes relativement aux objectifs affichés.

La définition de la population de référence est tributaire, quant à elle, de l'objet même de l'enquête, des hypothèses de travail privilégiées, ainsi que du type d'échantillonnage adopté. Le choix de cette population pose à la fois les problèmes de sélection de l'individu statistique et de délimitation de l'aire d'étude. Enfin dans la mesure où nous nous intéressons généralement à l'ensemble des déplacements réalisés par un individu, nous poserons également la question du repérage des «petits déplacements» qui constitue un enjeu important.

La connaissance des caractéristiques d'un ensemble d'individus peut être réalisée au travers de plusieurs méthodes. Celles-ci peuvent aller d'une investigation exhaustive à l'examen d'un sous-ensemble de la population de référence. Dans le

[1] Extrait du cours de méthodes d'enquêtes de J-H. Chauchat, Université Lumière Lyon 2.

premier cas, il s'agit d'un recensement, dans le second cas d'un sondage. La complexité du recueil de données relatives aux déplacements urbains et le coût représenté par de telles enquêtes expliquent que l'on s'oriente vers des enquêtes par sondage. Dans le cas d'une telle méthode, il existe, en outre, deux manières différentes de constituer l'échantillon selon que l'on privilégie un sondage probabiliste ou un sondage empirique. Dans les deux cas, le taux de réponse conditionne la qualité des données produites, ce qui explique que l'on accorde habituellement une place importante à cette question dans les enquêtes. Enfin, dans le cas d'une enquête auprès des ménages, il convient de choisir le ou les répondants.

La réalisation des questionnaires, enfin, est conditionnée par deux contraintes majeures : la durée de l'interview et la qualité des réponses attendues. Cette qualité dépend de la bonne compréhension des questions posées. Le questionnaire présente souvent, pour le domaine d'étude qui nous intéresse une relative complexité qui peut en partie être contournée par l'emploi de logiciels adaptés. La qualité dépend également de la cohérence des réponses fournies. Il est donc essentiel de réfléchir à la méthode qui garantit cette plus grande cohérence, notamment en lien avec le développement des logiciels de codage et de saisie directe des informations qui permettent de vérifier la cohérence interne des enquêtes. Enfin, un problème spécifique aux enquêtes déplacements concerne le repérage spatial des activités, enjeu stratégique de ce type d'enquêtes.

La détermination du mode d'enquête consiste à établir le type d'administration de ces questionnaires. En ce qui concerne l'analyse des déplacements effectués la veille du jour d'enquête, deux méthodes se révèlent particulièrement adaptées, les enquêtes en face à face et les enquêtes par téléphone[2] . Chacune de ces techniques possède des avantages mais aussi quelques inconvénients que nous étudierons au regard des autres dimensions constituant l'ensemble de la méthodologie d'une enquête.

La dernière dimension du schéma proposé concerne le dépouillement des données. Il ne fait aucun doute que lors de l'élaboration d'une enquête, il convient d'avoir à l'esprit les principaux dépouillements qui devront être réalisés. Nous n'accorderons néanmoins dans notre démarche qu'une attention limitée à cette question. De la même manière, nous laisserons volontairement de côté la question du test des questionnaires. Leurs effets sur le choix du «meilleur» mode d'administration sont plus limités.

[2] Nous ne prenons pas en compte ici les enquêtes épistolaires, même si elles sont utilisées dans certains pays (germaniques notamment), parfois en combinaison avec le mode téléphonique. Ce choix est lié d'une part à une volonté de ne pas alourdir le texte et d'autre part aux taux de réponse extrêmement faibles relevés en France qui conduisent bien souvent à des résultats de piètre qualité.

La désignation du mode d'enquête constitue, pour nous, l'élément privilégié de cette analyse. Poser le problème du choix du mode d'enquête dépasse, toutefois, largement les préoccupations relatives à la simple administration des questionnaires, telles que nous venons de l'évoquer. En effet, comme le souligne Peter R. Stopher (1995), il est indispensable de concevoir l'enquête comme un tout devant répondre à des objectifs clairement identifiés. Il est alors possible de prendre en compte les fortes dépendances entre les principales caractéristiques de mise en oeuvre d'une enquête. Le choix du mode d'enquête exige donc de mener une réflexion approfondie et simultanée sur les objectifs visés, la population de référence, la méthode de sondage et la constitution des questionnaires.

2. OBJECTIFS DE LA PRODUCTION DES DONNEES SUR LES DEPLACEMENTS URBAINS

Si on se limite aux principaux objectifs affichés par les concepteurs d'enquêtes périodiques sur les déplacements, il est possible de distinguer deux groupes.

Le premier groupe rassemble les objectifs développés dans un contexte de planification des déplacements et relatifs à l'alimentation des modèles de prévision. Les «enquêtes régionales origine-destination canadiennes» (Montréal et Toronto notamment) ou la future enquête nationale des Pays-Bas peuvent être rattachées à ce groupe. Le but principal de la planification des déplacements consiste à assurer les différentes fonctions urbaines dans des conditions «optimales» sur le plan économique et social. La planification concrétise le double souci d'une anticipation et d'une réflexion pour l'action. Cette dernière porte sur de nombreux domaines et notamment en ce qui concerne les déplacements urbains sur :

- la conception de schémas de transports, puis la programmation et la production d'infrastructures qu'elles soient routières, de transports collectifs ou d'autres modes ;
- la gestion des infrastructures routières ou des entreprises de transports collectifs et des autres modes ;
- la régulation ou l'orientation de la demande de déplacements tant à court terme qu'à plus long terme ;
- la tarification des déplacements urbains ;
- l'organisation et la gestion des interfaces ou pôles d'échanges entre modes de transport ;
- l'alimentation de la réflexion sur les interactions entre l'aménagement urbain et les déplacements.

Toutes ces réflexions sont menées selon différentes échelles spatiales du quartier à l'agglomération, du carrefour au réseau routier, de la ligne de bus aux réseaux de transports collectifs... De même différentes échelles temporelles sont présentes du court terme au long terme. Le principal outil disponible pour alimenter

ces réflexions est depuis trente ans le modèle de prévision de trafic. Il requiert un nombre important de données sur les flux de déplacements dans le périmètre étudié. Par contre, il ne nécessite pas une grande diversité d'information. A la limite, on peut se contenter des données nécessaires à l'alimentation du modèle et au contrôle de la représentativité des données. Ici le nombre d'enquêtes sera privilégié par rapport à la diversité des thèmes étudiés.

Le second groupe couvre plutôt l'analyse et la recherche des facteurs explicatifs des comportements individuels de déplacements. L'«enquête Transport» française, la «Nation-wide Personal Transportation Survey - NPTS» des USA, le «microrecensement» suisse, l'enquête «KONTIV» en Allemagne ou encore l'ancienne enquête nationale des Pays-Bas illustrent davantage cette conception. Il s'agit, pour ces enquêtes de rechercher les facteurs explicatifs des comportements de mobilité et de leur évolution qu'elle soit saisonnière ou qu'elle constitue une tendance lourde. Il faut donc être en mesure d'étudier l'influence d'un certain nombre de paramètres sur la mobilité. Dans ce domaine, on pourra s'intéresser à des questions comme l'analyse des déterminants du choix modal, l'influence de la tarification, la mobilité de groupes cibles (personnes âgées, jeunes...) ou de zones particulières comme le péri-urbain, des analyses chronologiques sur l'évolution de certaines caractéristiques. On s'attachera donc à formuler de nouvelles hypothèses ou de nouveaux paradigmes relatifs aux comportements de mobilité. A la limite, une seule enquête peut suffire pour formuler des hypothèses, même s'il en faut davantage pour la tester. La richesse de l'information sera donc privilégiée par rapport aux effectifs enquêtés. De même, une attention toute particulière sera portée à la qualité des données produites plutôt qu'à la représentativité statistique des données.

Si en théorie les préoccupations évoquées pour les deux catégories d'enquêtes ne sont pas nécessairement antagonistes, puisqu'elles visent à produire comme résultat final un modèle, c'est-à-dire, une construction simplifiée de la réalité destinée à comprendre ou à prévoir la formation de la demande (A. Bonnafous, 1976), on constate dans la pratique que le fossé a parfois tendance à se creuser entre ces deux priorités. Nous reviendrons en conclusion sur la question des objectifs dans la mesure où nous apercevons que ceux-ci conditionnent un certain nombre de choix qui ne seront pas sans incidence sur le mode d'enquête à privilégier.

3. POPULATION DE REFERENCE

Habituellement, le ménage est choisi comme individu statistique des enquêtes sur les déplacements urbains, ce qui nous amène à examiner la question du choix de la base «ménages» de sondage.

Les objectifs des enquêtes déplacements urbains nécessitent de plus en plus d'abandonner les limites administratives pour privilégier les notions de bassin

d'attraction ou de bassin d'emplois. L'élargissement du périmètre d'enquête qui en résulte pose des problèmes de nature différente selon le mode d'enquête.

Enfin, nous revenons sur le choix de l'individu statistique. Dans la plupart des cas, il s'agit du déplacement. De plus, compte tenu de l'objectif assigné à l'enquête, il est généralement nécessaire de recueillir tous les déplacements d'une personne ou d'un ménage, y compris les «petits» déplacements qui peuvent être «omis» par les enquêtés. Nous examinons l'incidence éventuelle du mode d'enquête sur ce recueil.

3.1. Choix de la base de sondage ménages

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) pour ce qui est de la France) celle qui semble la plus adaptée. En France, c'est généralement le fichier du recensement de l'INSEE qui est retenu. Il pose toutefois des problèmes de mise à jour lorsque l'enquête n'est pas réalisée à une date proche du recensement. En effet, les mises à jour sont effectuées sur la base des constructions de logement sans qu'il y ait toujours vérification de leur occupation. D'autres fichiers (fichier Electricité De France, impôts locaux...) sont parfois utilisés, mais ils posent souvent des problèmes d'exhaustivité et parfois de mise à jour ou d'unité statistique de base (logement au lieu de ménage).

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 Téladresses (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 sont 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, 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). Le développement des listes rouges est bien plus problématique surtout s'il devait se poursuivre. En effet, en France et dans de nombreux pays (à l'exception de la Suisse pour les enquêtes d'intérêt général), les sociétés de commercialisation des numéros de téléphone, ne peuvent utiliser les numéros des abonnés sur listes rouges. De plus, 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.

Fichiers téléphoniques et listes rouges

En France, 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 segmentation géographique pour corriger cette variabilité des taux pour des enquêtes sur le territoire français. 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 segmentation géographique.

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 (1992) a développé un procédé 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 7.200 sur annuaire. Son étude débouche sur deux résultats contradictoires selon que l'on examine l'échantillon des individus enquêtés ou les données relatives au chef du ménage. Pour le premier échantillon, il a mis en évidence la similitude des caractéristiques de sexe, d'âge et d'activité des personnes enquêtées appartenant à des ménages sur liste rouge et à des ménages figurant dans l'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. En revanche lorsqu'il analyse les données socio-économiques relatives au chef du ménage (Fréjean, al., 1990), des différences significatives apparaissent. Le chef de ménage inscrit sur liste rouge est plus jeune (70 % ont moins de 50 ans contre 50 % pour l'annuaire) a un niveau d'instruction supérieure (80 % ont un niveau au moins secondaire contre 65 % pour l'annuaire, en revanche le taux d'inscrit sur liste rouge est équivalent pour les niveaux secondaire, technique et professionnel et supérieur) a plus souvent des enfants. Il a un taux de motorisation un peu plus faible (74,6 au lieu de 79,6 pour l'annuaire).

Cette recherche ouvre une 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, pour les numéros n'aboutissant pas à une enquête valide, les deux derniers chiffres 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 le plus souvent 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 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, al., 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 souvent constitués par génération aléatoire de numéros (Random Digit Dialling).

3.2. Périmètre d'enquête

En France, l'aire d'enquête est souvent limitée au périmètre des transports urbains, comme dans le cas lyonnais. Cette contrainte s'explique notamment par la diversité des découpages institutionnels qu'il est nécessaire de mettre en rapport. L'inconvénient d'un tel choix est qu'il conduit à une sous-estimation des déplacements quotidiens, dans la mesure où l'aire retenue est loin de couvrir la totalité du bassin d'attraction de l'agglomération. De plus, l'analyse des migrations alternantes (Le Nir, al., 1992) montre que ce sont les déplacements situés à la frange du périmètre enquêté qui ont enregistré, entre les deux derniers recensements, les taux de croissance les plus importants.

Les résultats fournis par les enquêtes «cordon» permettent de pallier, en partie, les limites induites par un périmètre trop réduit. Elles consistent à enquêter les flux d'échanges et de transit à travers un cordon entourant le périmètre de l'enquête urbaine. Toutefois, leur réalisation en France pose quelques problèmes méthodologiques liés en partie aux objectifs pour lesquelles elles sont conçues. Le

questionnaire de cette enquête est différent. De plus, la périodicité et la date de réalisation des enquêtes sont différentes. Enfin, le périmètre de l'enquête urbaine ne correspond pas pleinement à celui du cordon.

Ainsi, certaines agglomérations, comme au Canada (Bonnel, al., 1994), préfèrent retenir un périmètre élargi d'enquête qui recouvre le bassin d'attraction de l'agglomération. S'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.

3.3. 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. Lorsque l'on vise un recueil «exhaustif» des déplacements de la veille, il doit savoir relancer et insister auprès de l'enquêté sans toutefois l'indisposer ou susciter de fausse déclaration pour «faire plaisir». L'enquêteur a donc 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. Certaines remarques sont parfois avancées par les promoteurs des enquêtes à domicile :

- 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 ;
- ...

Nous disposons de peu d'expérimentations pour comparer les deux modes d'enquêtes. En France, nous devons nous contenter des expériences de Grenoble et

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

- enquête téléphonique 671 personnes constituées en deux sous échantillons :

. enquête «directe» (enquête réalisée dans la foulée de l'appel téléphonique sans courrier d'information préalable) 377 personnes ;

. enquête «indirecte» (enquête réalisée en deux temps : recueil général à l'occasion du premier appel, puis courrier pour expliquer l'enquête et nouvel appel pour recueillir les déplacements) 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).

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 provient 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.

Il n'en reste pas moins que les différences sont très faibles. De plus, les calculs d'intervalles de confiance montrent que ces écarts ne sont pas statistiquement représentatifs.

Mobilité	enquête téléphonique			enquête
	«directe»	«indirecte»	moyenne	face à face
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 1 : Mobilité selon la méthode d'enquête à Grenoble en 1985

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 tirée 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 2 : Mobilité selon la méthode d'enquête au Havre en 1992

Nous reprenons la conclusion relative à Grenoble au vu des résultats du Tableau 2. La mobilité est plus faible lors de l'enquête téléphonique. Cette différence correspond à une mobilité plus faible pour les modes 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. Si au vu de ces résultats, le doute peut subsister quant à d'éventuels «oublis» de «petits déplacements», les effectifs assez faibles des enquêtes ne permettent pas d'établir un quelconque écart significatif de mobilité entre les deux modes d'enquête.

4. METHODE D'ECHANTILLONNAGE

A priori, une fois la population de référence définie et la base de sondage choisie, le mode d'enquête influe peu sur la technique d'échantillonnage. Dans tous les cas, il est possible de réaliser un sondage aléatoire ou par quotas ou comme cela est souvent pratiqué pour le téléphone, un tirage aléatoire avec «suivi» de quotas. Cette dernière technique permettant de limiter les distorsions éventuelles de l'échantillon liées à des différentiels de taux de réponse selon les catégories d'individus ou de ménages. Il est donc important d'étudier l'influence du mode d'enquête sur le taux de réponse.

Enfin, lorsque l'on dispose d'une base de sondage ménages, il est nécessaire de choisir le ou les répondants.

4.1. Taux de réponse

Pour parvenir à une bonne précision des données recueillies, il est important de limiter le plus possible la part des ménages ou individus 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 (répondeur-filtreur, pas de réponse). Les résultats des enquêtes canadiennes et françaises rassemblés 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.

Enquête téléphonique	% 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, 1992	19,7 %	9,1 %
Enquête à domicile		
Grenoble, 1985	12,0 %	15,0 %
Grenoble, 1978	14,0 %	12,0 %

Tableau 3 : 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 inexistants 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).

Les résultats d'autres enquêtes téléphoniques menées dans d'autres pays sont également très proches. En Suisse, à l'occasion du microrecensement de 1994, les refus ont été de 10,7 % et les ménages non joignables représentent 19,4 % des ménages (Junod, 1995). Sammer (1995) fait même état de taux de réponse de l'ordre de 80 % en Allemagne et en Autriche, qui peuvent atteindre 90 % dans le cas de mode d'enquête combinant le postal et le téléphone.

Pour compléter cette information, nous présentons les résultats des comparaisons de modes de passation d'enquêtes réalisées dans d'autres domaines. 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, Sykes (1987) obtiennent un résultat similaire. Ils observent 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. Ils constatent également que l'envoi d'un courrier préalable à l'appel fait baisser le taux de refus. 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 (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, 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, Weeks (1988) proposent 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 des ménages non enquêtés, il est nécessaire de faire l'hypothèse d'un comportement comparable à celui des ménages enquêtés.

4.2. 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 à celui d'une enquête limitée à un seul membre du ménage. Mais, 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 possible 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 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 (Bonnel, al., 1994). 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.

L'expérience canadienne lors de la dernière enquête de 1993, de choisir une seconde personne comme répondant direct au téléphone, parmi les adultes du ménage, fourni des éléments de réponse. Pimpare (1995) montre ainsi que la mobilité des répondants directs (c'est-à-dire ceux qui répondent directement au téléphone pour eux-mêmes) est supérieure à celle des non-répondants directs (c'est-à-dire ceux qui ne répondent pas directement au téléphone, et dont les caractéristiques générales et de mobilité sont fournies par les répondants directs). Cette différence se maintient pour chaque groupe d'âge éliminant ainsi un éventuel effet des enfants. De plus, cette baisse de mobilité semble se reporter principalement sur des motifs autres que travail et école. Ces résultats semblent donc confirmer les craintes évoquées ci-dessus. Il reste toutefois que la composition socio-économique des groupes de répondants directs est différente de celle des non-répondants directs et que des analyses plus fines sont nécessaires pour valider ces premiers résultats.

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, il faut envoyer 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. Il reste qu'une expérimentation plus fine est nécessaire pour valider le choix d'un seul répondant et que l'expérience de la dernière enquête canadienne doit inciter à la prudence.

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 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. Dans les jours précédant l'enquête, le ménage est rappelé pour s'assurer de sa collaboration. 5 à 10 % des ménages ont 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. Il ne s'agit pas d'un problème spécifique aux enquêtes téléphoniques. Dans le face à face, l'absence d'une personne oblige également à prendre rendez-vous augmentant d'autant les frais de déplacements et le temps nécessaire à la réalisation d'une enquête.

5. QUESTIONNAIRE

Les questions que nous traitons ici relèvent pour la plupart davantage du mode d'enquête que de la rédaction proprement dite du questionnaire. Nous avons préféré les maintenir ici compte tenu du parti pris adopté pour le plan et de l'interaction avec le contenu du questionnaire. Nous abordons tout d'abord rapidement la question de la durée du questionnaire qui contraint son contenu, pour étudier la qualité des réponses sous l'angle du contenu des réponses et des interactions enquêté-enquêteur. Ensuite, nous examinons la question importante, dans les enquêtes déplacements, du repérage spatial des déplacements. Sans vouloir engager ici le débat sur l'intérêt d'un repérage spatial très fin des localisations, nous

examinons les possibilités offertes par chacun des modes d'enquêtes. Enfin, nous abordons le problème du codage et de la saisie qui est de plus en plus souvent intégré à la réalisation de l'enquête et donc au questionnaire grâce aux systèmes CATI (Computer-Aided Telephone Interview) et CAPI (Computer-Aided Personal Interview) de gestion des enquêtes par ordinateur.

5.1. 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 abréger 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 15 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 déplacements 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. 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.

5.2. Qualité des réponses : complexité, compréhension, cohérence

Les promoteurs d'enquêtes téléphoniques insistent souvent sur la nécessité de la simplicité du questionnaire. 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/CAPI 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 (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 lors d'un entretien en face à face plutôt que par téléphone. De plus, l'enquêteur est probablement plus à même d'apprécier la compréhension de l'enquêté et éventuellement de donner des précisions si cela s'avère nécessaire. Toutefois, certaines personnes réalisant du télémarketing ou travaillant en permanence au téléphone affirment pouvoir capter beaucoup d'éléments de nature relationnelle dans la communication téléphonique, sans faire intrusion dans l'espace privé domestique. 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 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. Si la réponse est 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.

Le taux de réponse et le premier critère ont été évoqués dans la section précédente. «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, pp. 16-17).

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 par téléphone. 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'études 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 doit 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.

5.3. Repérage spatial 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. Nous ne discuterons pas ici du bien fondé de cette précision, mais seulement des contraintes de réalisation liées à chaque mode d'enquête. Dans le face à face, la disposition de cartes aussi détaillées que nécessaire est un avantage important. Même, si les enquêtés peuvent avoir des difficultés à lire des cartes, la présence de l'enquêteur peut faciliter le travail de repérage. On peut de plus utiliser toutes les autres techniques orales qui pourraient être construites pour le téléphone.

En revanche, des doutes subsistent sur la possibilité de recueillir cette information par téléphone. Il nous semble donc intéressant de préciser la démarche adoptée pour l'enquête origine-destination de Montréal qui a permis de repérer les localisations en coordonnées x-y. 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 une coordonnée x y ;

- le nom de l'établissement correspondant (entreprise, administration, commerce...). Des dictionnaires constitués progressivement assurent la correspondance avec une coordonnée x-y ;

- l'intersection la plus proche, le dictionnaire d'intersections de rues permet d'identifier la localisation 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 la coordonnée x-y correspondante, avec là aussi une information approchée ;

- 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 (1993) sur la cartographie de l'espace. Ses réflexions l'amènent même actuellement à ne plus raisonner en localisation physique, mais plutôt en localisation fonctionnelle. L'individu ne se rend plus dans la zone 36, ni même à la destination x-y, mais dans le supermarché «bidule», dont on sait grâce à un dictionnaire géographique qu'il est situé en x-y. L'expérience canadienne montre que cette évolution est possible. Les développements récents dans les SIG (Systèmes d'Informations Géographiques) renforcent encore la pertinence et la faisabilité de cette approche.

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

(de l'ordre de 60 %). Les autres ont été traitées 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 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.

5.4. Codage et saisie directe

Avec le développement des systèmes CATI (enquête téléphonique assistée par ordinateur), la plupart des enquêtes téléphoniques recourent au codage et à la saisie directe. 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, Data Management Group, al., 1992) grâce à la saisie directe sur ordinateur. L'enquête de 1986 avait été codée 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 les enquêtes canadiennes, 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 peut être 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 (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 représente 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 (1987). De plus, si l'on veut opérer une validation plus complète des données et suivre les statistiques de réalisation au jour le jour, il faut équiper les enquêteurs pour qu'ils puissent transmettre leurs données. Plusieurs systèmes CAPI (enquête en face à face assistée par ordinateur) proposent les programmes informatiques nécessaires pour gérer ces transmissions de données sur réseaux téléphoniques.

6. MODE D'ENQUETE

Notre plan nous a conduit à traiter tout au long de ce papier du mode d'enquête en relation avec les autres dimensions de la réalisation d'une enquête. Nous nous limitons donc ici à ce qui concerne le suivi de la réalisation de l'enquête. A ce niveau, 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 ;

. 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 auprès des ménages, 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 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 ;

. une disponibilité plus rapide des données grâce aux systèmes de saisies directes (De Leeuw, Van Der Zouwen, 1992).

Sur toutes ces dimensions l'avantage de l'enquête téléphonique sur le face à face est indéniable. En ce qui concerne le coût, les avis sont relativement divergents selon les enquêtes, sur l'importance du différentiel de coût en faveur du téléphone. Certaines personnes estiment même que les coûts sont très proches. Les comparaisons sont toutefois délicates puisque les coûts dépendent directement des multiples choix effectués sur le déroulement de l'enquête. Par exemple, le nombre de tentatives d'appels pour les enquêtes téléphoniques influe directement sur le coût et le taux de réponse.

CONCLUSION

L'expérience acquise en matière d'enquêtes téléphoniques montre que la réalisation d'enquêtes sur les déplacements urbains est possible à l'aide du mode téléphone. Ce mode apparaît même plus souple dans la gestion de l'enquête et d'un coût plus réduit. Toutefois, la faiblesse des comparaisons de mode d'enquête dans le domaine des déplacements urbains laisse en suspend certaines interrogations. La principale d'entre elles concerne la représentativité de l'échantillon. Le développement de la liste rouge, et la tendance à la baisse du taux de réponse constatée sur les enquêtes récentes en France exclus, de fait, une part importante de la population. Peut-on faire l'hypothèse d'un comportement identique de cette population et de celle qui est enquêtée ?

Au-delà de la faisabilité qui semble maintenant bien établi et de certains des avantages évoqués dans cet article, la question du choix du mode d'enquête est en fait lourdement liée aux objectifs assignés à la production des données. Si l'on reprend notre segmentation des principaux objectifs des enquêtes visant à recueillir des données sur les déplacements urbains, nous trouvons deux groupes. Le premier rassemble les objectifs développés dans un contexte de planification des déplacements. Le principal outil disponible pour alimenter ces réflexions est depuis trente ans le modèle de prévision de trafic. Le second groupe couvre plutôt l'analyse

et la recherche des facteurs explicatifs des comportements individuels de déplacements. La recherche, la formulation et le test de nouvelles hypothèses ou de nouveaux paradigmes relatifs aux comportements de mobilité y occupe une place centrale.

Si l'on reprend les différentes dimensions traitées, on s'aperçoit que les exigences méthodologiques ne sont pas forcément les mêmes. En ce qui concerne l'échantillon et sa représentativité, le premier groupe nécessite en général des effectifs enquêtés importants et une très bonne représentativité, pour reproduire le plus fidèlement possible la réalité ou plus exactement la vision simplifiée de la réalité associée au modèle choisi. Par contre, le second privilégie la richesse de l'information recueillie pour chaque enquêté, plutôt que le nombre d'enquêtes afin de tester et de qualifier certaines hypothèses relatives aux comportements des individus. De même, la qualité et la précision de l'information recueillie occupent une place prépondérante par rapport à la quantité. Dans le premier groupe, on recherche une description plutôt détaillée des déplacements réalisés, tandis que dans le second on accorde plus d'importance aux variables explicatives de ces comportements.

Cette opposition entre les deux groupes est certainement schématique et exagérée. Dans la pratique, on relève une certaine mixité de ces différents critères. Il n'en reste pas moins que, compte tenu des éléments développés dans cet article, le téléphone semble être le terrain privilégié du premier groupe, notamment pour des raisons de coûts. Par contre, en l'état des expérimentations le face à face est privilégié dans le second. Cette conclusion ne doit cependant pas exclure les avantages qu'il peut y avoir à combiner les modes d'enquêtes. L'exemple de la combinaison postal + téléphone dans les pays germaniques (Sammer, 1995) ou entre choix révélés et réponses déclarées (Stopher, 1995) étant là pour le rappeler.

BIBLIOGRAPHIE

AMPT ES, RICHARDSON AJ, BROG W (1985), *New survey methods in transport*, VNU Science Press, Utrecht, The Netherlands.

BISHOP GF, OLDENDICK RW, SORENSON SB, TUCH FARBER AJ (1988), A comparison of the Kish and Last Birthday methods of respondent selection in telephone survey, *Journal of Official Statistics*, Volume 4, N°4, pp. 307-318.

BOAL P, STEEL D (1988), Accessibility by telephone in Australia - Implication for telephone Survey, *Journal of Official Statistics*, Volume 4, N°4, pp. 285-297.

BONNAFOUS A, GERARDIN B (1976), *La demande de transports de voyageurs en milieu urbain, méthodologie de l'analyse et de la prévision*, CEMT, table ronde N°32, Paris, 93 p.

BONNEL P, LE NIR M, NICOLAS JP (1994), *Les enquêtes déplacements Urbains - réflexions méthodologiques sur les enquêtes ménages et les enquêtes régionales origine-destination canadienne*, Laboratoire d'Economie des Transports, 133 p.

BRADLEY M (1988), Realism and adaptation in designing hypothetical travel choice concepts, Hague Consulting Group, *Journal of Transport Economics and Policy*, pp. 121-137.

CETE, CETUR (1989), *«Dossier méthodologique pour la réalisation d'une enquête ménages»*, 53 p. + annexes.

CETE de Lyon, CETUR (1986), *«Grenoble 1985 - Une expérience d'enquête par téléphone»*, 81 p. + annexes.

CETE Normandie, CETUR, DTT, Ville du Havre (1992), *«Enquête ménage sur la région havraise - Expérimentation d'une enquête par téléphone»*, 45 p.

CHAPLEAU R (1993), 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 p.

CLAYTON RL, WERKING GS (1991), 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, pp. 3-16.

COLLINS M, SYKES WM (1987), Comparaison de l'interview téléphonique et de l'interview sur place au Royaume Uni, *Techniques d'enquête* Statistiques Canada, Volume 13, N° 1, pp. 19-33.

DATA MANAGEMENT GROUP, University of Toronto (1992), 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.

DAYAN JP (1993), 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 p.

DIJKSTRA W, SMIT JH (1991), Persuasion strategies for reducing refusal rates in telephone survey, *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, N° 33, pp. 3 19.

DREW JD, CHOUDHRY GH, HUNTER LA (1988), Non response Issues in Government Telephone Surveys in *Telephone Survey Methodology*, John Wiley & Sons, New-York, pp. 233-246.

DREW JD (1991), Recherche et essais pour les méthodes d'enquêtes par téléphone à Statistiques Canada, in *Techniques d'enquête*, Statistiques Canada, Volume 17, N°1, pp. 63-75.

ELIAV T, NATHAN G (1988), Comparison of measurement errors for telephone interviewing and home visits by misclassification models, *Journal of Official Statistics*, Volume 4, N°4, pp. 363-374.

FREJEAN M, PANZANI JP, TASSI P (1990), Les ménages inscrits en liste rouge et les enquêtes par téléphone in *Journal de la Statistique de Paris*, Tome 131, N°3-4, pp. 86-102.

GROVES RM, BIEMER PP, LYBERG LE, MASSEY JT, NICHOLS II WL, WAKSBERGJ (1988), *Telephone Survey Methodology*, John Wiley & Sons, New-York, 581 p.

JONES PM, BRADLEY MA, AMPT E (1989), Forecasting household responses to policy measures using a computerised activity-based stated preference techniques, Chapter 3 in International Association for Travel Behaviour (Ed.), *Travel Behaviour Research*, Avebury, Aldershot, England.

JUNOD A (1995), Raisons du passage du mode épistolaire au mode téléphonique pour l'enquête suisse sur les transports, Actes de la Conférence *Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur*, Lyon, 6 au 8 décembre 1995, 15 p.

KULKA RA, WEEKS MF (1988), Toward the development of optimal calling protocols for telephone surveys: a conditional probabilities approach, *Journal of Official Statistics*, Volume 4, N°4, pp. 319-332.

de La GODELINAIS MC, MERCIER MA (1992), L'équipement des ménages en 1990, *INSEE Première*, N°225.

de LEEUW E, VAN DER ZOUWEN J (1992), Data quality and mode of data collection: methodology and explanatory model, in *La qualité de l'information dans les enquêtes*, Dunod, Paris, pp. 11-31.

de LEEUW E (1992), *Data Quality in Mail, Telephone and Face to Face surveys*, TT Publikaties Amsterdam, Vrije Universiteit, 168 p.

LE NIR M, ROUTHIER JL, TABOURIN E (1992), 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 p.

LE VAILLANT M (1993), 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 p.

PIMPARE M (1995), Spécificités de l'enquête origine-destination 1993 de la région de Montréal, Actes de la Conférence *Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur*, Lyon, 6 au 8 décembre 1995, 15 p.

RIANDEY B (1993), *Compte rendu de la Journée d'études sur les enquêtes téléphoniques (système CATI)*, ASU-INED du 12 octobre 1993, Paris, 13 p. + annexes.

RICHARDSON AJ, AMPT ES, MEYBURG AH (1995), *Survey methods for transport planning*, Eucalyptus Press, University of Melbourne, Australie, 459 p.

SAMMER G (1995), Problems and solutions in Urban Travel Survey, Actes de la Conférence *Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur*, Lyon, 6 au 8 décembre 1995, 12 p.

STOPHER PR (1995), Current Transportation Planning and Modelling data needs in the USA: a review of separate and joint strategies for the use of data on Revealed

and Stated Choices, Actes de la Conférence *Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur*, Lyon, 6 au 8 décembre 1995, 25 p.

TASSI P (1992), La qualité dans les enquêtes téléphoniques, l'échantillon des répondants, dans *La qualité de l'information dans les enquêtes*», Dunod, Paris, pp. 33-54.

SYNTHESE DU CHAPITRE 2
QUALITE DES DONNEES ET METHODES D'ENQUETES

Sandrine Durand, Benoît Hiron, Jean-Louis Routhier
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

Les articles précédents et les débats qu'ils ont provoqués soulignent l'importance du problème des non-réponses dans la détermination de la qualité des données produites par les enquêtes. Les biais qui en découlent dans les résultats rendent plus complexes ou non réalisables les comparaisons entre différentes enquêtes et limitent l'analyse des variations de comportement dans le temps. La discussion sur le processus d'amélioration de la qualité de ces données peut être articulée en deux parties : d'abord une analyse des sources de ces biais puis une approche soit a priori, en tentant de limiter les non-réponses initialement, soit a posteriori, par correction des biais issus de ce phénomène de non-réponses.

1. LES SOURCES DE BIAIS SELON LES DIFFERENTS MODES D'ENQUETES

Les non-réponses qu'il s'agisse des non-réponses totales, c'est-à-dire les unités statistiques non atteintes ou refusant de répondre, ou des non-réponses partielles, c'est-à-dire les questionnaires incomplètement remplis, trouvent leur source dans différents aspects du processus d'enquête. Les principaux sont d'abord l'échantillonnage et le media utilisé, qui ont une influence surtout sur le taux de réponse (non-réponses totales), ensuite la durée et la complexité des questionnaires, qui ont une influence sur les non-réponses partielles.

1.1. Les taux de réponse

Il s'agit ici des taux de répondants sur l'ensemble des personnes ou ménages sélectionnés dans le plan de sondage. L'analyse des taux de réponse revêt toute son importance puisqu'on ne sait pas a priori si les enquêtés qui répondent sont différents de ceux qui ne répondent pas ou qui ne sont pas atteints.

1.1.1. L'exhaustivité des bases de sondage

Pour tous les modes d'enquête, le fichier source pour tirer l'échantillon de l'enquête doit être le plus complet possible. L'accès à un fichier ne couvrant qu'une partie de la population peut introduire des biais. Les données du recensement utilisées en France pour les enquêtes auprès des ménages ont la propriété de couvrir l'ensemble de la population à la date du recensement. Cependant, il ne permet pas toujours d'avoir des données à jour à la date de l'enquête et nécessite une correction du fichier des logements par les logements neufs ou détruits depuis le recensement.

D'autres sources de données peuvent être utilisées. En Autriche, il est fait appel à des données communales. Une autre solution consiste à recourir à des fichiers sur les logements raccordés à un réseau (de distribution d'eau en Australie par exemple). L'avantage de cette dernière option réside dans la mise à jour régulière de ces fichiers pour la facturation de service. Les nouveaux occupants des logements doivent informer de leur arrivée pour être raccordé au réseau et ceux qui quittent leur logement doivent informer de leur départ pour ne plus payer un service qu'ils n'utiliseront plus.

Bien que le taux de raccordement au réseau téléphonique soit très élevé dans les pays industrialisés, ce mode d'échantillonnage dépend de l'accès au fichier des abonnés. Les lois qui régissent cet accès varient d'un pays à un autre. Ainsi en Suisse, l'administration a accès à tous les numéros de téléphone pour la réalisation d'une enquête relative aux déplacements. En France, les abonnés qui ont opté pour la liste rouge sont absents des fichiers communiqués même si la demande émane d'une administration chargée de réaliser une enquête sur les déplacements (13,5 % des abonnés étaient sur liste rouge en 1991, taux variant de 7,5 % à 20 % selon les régions, cf. Patrick Bonnel, Michel Le Nir). Un des moyens de contourner cette difficulté est de recourir à un tirage aléatoire de numéros.

Une fois l'échantillon à enquêter constitué pour l'enquête téléphonique, reste à résoudre le problème des répondeurs. Le développement des répondeurs «filtreurs» tend à augmenter le nombre de non-réponses. Pour l'enquête de Montréal, la consigne aux enquêteurs qui « tombent » sur un répondeur consiste à ne pas laisser de message mais à rappeler plus tard. Aux USA se répand le système qui affiche le numéro de l'appelant, ce qui permet à l'appelé de refuser la communication. Un moyen de faire face à ce risque de non-réponse est de faire enregistrer en complément au numéro d'appel, le sujet de l'enquête, afin d'informer la personne du caractère public et de l'intérêt de cet appel. De plus, une lettre peut être envoyée systématiquement pour prévenir de cet appel.

1.1.2. Le media utilisé

Les méthodes d'enquêtes sur les déplacements urbains peuvent être classées selon les trois principaux média utilisés pour le recueil des informations :

- les enquêtes postales ou épistolaires,
- les enquêtes téléphoniques,
- les enquêtes face à face.

Les méthodes de recueil de données diffèrent également : les questionnaires du premier type sont auto-administrés alors que les informations des deux autres modes d'enquêtes sont recueillies immédiatement par l'enquêteur soit par écrit, soit par saisie directe sur ordinateur.

Une première source de biais concerne certaines enquêtes téléphoniques où une personne ou deux du ménage est interrogée sur les déplacements de chacune des personnes du ménage, alors que dans le cas du face-à-face avec rendez-vous toutes les personnes du ménage sont directement interrogées.

Des différences entre les pays apparaissent dans la performance relative de ces modes de recueil, sans que l'on puisse trancher entre pratiques spécifiques et réelles différences culturelles. On considère en général que les Français sont très réticents au mode épistolaire, les taux de réponse étant très faibles (généralement moins de 30 %), alors que les Autrichiens y sont plus favorables (taux de réponse de 60 %). Si les entretiens face à face semblent bien perçus par les Français, ce n'est pas le cas aux USA. Dans ce pays, outre les distances, des raisons de sécurité font que les enquêteurs refusent de se rendre dans certains quartiers et que les ménages sont plutôt réticents à recevoir un enquêteur inconnu dans leur foyer.

A de rares exceptions près, peu d'éléments sont connus sur les non-répondants. C'est pourquoi, il est nécessaire d'obtenir des taux de réponse élevés. De toute manière la publication des taux de réponse est nécessaire à l'intelligibilité des résultats d'une enquête, comme le recommande Liz Ampt. De plus, sans ces informations, il devient illusoire de comparer les résultats de différentes enquêtes.

1.2. Les non réponses partielles

Ce problème conditionne fondamentalement la qualité des données produites selon trois angles (Benoît Riandey) : la validité des réponses rétrospectives faisant appel à la mémoire des répondants, la qualité de la restitution des comportements d'autres personnes que le répondant, enfin l'efficacité comparée des différents modes de collecte.

Les défaillances des réponses auront un impact différent selon les différentes problématiques des enquêtes, selon que l'intérêt porte sur l'usage de la voiture, les problèmes d'environnement ou ceux liés à la tarification ou aux coûts. La perte d'information sur les déplacements est reconnue par tous comme une des principales difficultés. Celle-ci s'exprime de manière diverse :

Le fait que les trajets courts comme la marche à pied ne sont pas toujours considérés comme des déplacements par les répondants est, comme le souligne Alain Bonnafous, un problème important, car les activités liées à ces déplacements traduisent le rapport à l'espace des personnes et c'est là que se trouvent les enjeux forts pour de nouvelles politiques de déplacements. Y remédier suppose d'affiner les protocoles d'enquêtes, notamment dans les enquêtes face-à-face ou par téléphone. Il ne faut pas sous-estimer la formation des enquêteurs. L'expérience des enquêtes ménages françaises met en évidence des différences de contexte géographique, notamment en ce qui concerne la pratique de la marche à pied. Cependant, des tendances lourdes apparaissent dans le temps, comme la chute de la pratique des

deux-roues ou de la marche à pied en France, notamment du fait de l'accroissement de la longueur des déplacements.

Gerd Sammer précise le problème lié à la perte d'information sur les déplacements professionnels, en distance comme en temps, ces déplacements étant effectués le plus souvent en voiture, par des personnes qui circulent beaucoup. On constate également un déficit de déplacements courts effectués hors du lieu de résidence.

Ces non-réponses partielles, se traduisant par des questionnaires incomplètement ou mal remplis, sont essentiellement liées à la durée et à la complexité des questionnaires.

1.2.1. Une grande variabilité dans la durée des enquêtes

Les enquêtes déplacements utilisées pour calibrer les modèles sont d'une durée de 10 à 15 minutes au Canada contre des entretiens face à face d'une heure en France, lors des enquêtes ménages. Pour des questionnaires de durée équivalente (10 à 15 minutes), les enquêtes téléphoniques ont un coût inférieur aux entretiens face à face. En outre, le mode téléphonique permet un contrôle centralisé et direct des enquêteurs.

A propos de la longueur du questionnaire, Jean Loup Madre et Jimmy Armoogum signale un effet potentiellement négatif : un lourd questionnaire rétrospectif sur les déplacements de longue distance effectués pendant trois mois a entraîné un taux de réponse de 60 %. Cela tient essentiellement à deux facteurs opposés : l'absence de voyages effectués sur cette période ou au contraire, la forte charge en déplacements qui rendait trop lourde la tenue du carnet de bord.

1.2.2 La complexité de l'enquête et l'intérêt du public

Bien comprendre la définition du déplacement

Le concept de déplacement n'est pas évident pour les enquêtés et peut être une source de biais. Notamment, les petits déplacements terminaux sont souvent omis. Certaines activités comprenant des déplacements ne sont pas perçues comme des déplacements (achats de proximité, accompagnements...). C'est une des faiblesses des enquêtes postales. Dans l'enquête épistolaire de Melbourne, une définition précise des déplacements sous forme de segments était fournie ; il est difficile pour autant de contrôler l'ensemble des déplacements.

Cependant le passage progressif, dans la conception des questionnaires, de la notion de déplacement à la notion d'activité, puis à celle d'utilisation du temps, a permis d'améliorer grandement la compréhension naturelle des questionnaires auto-administrés.

Un biais lié au niveau d'intérêt pour l'objet de l'enquête

L'enquête postale allemande KONTIV montre que les personnes les plus mobiles répondent mieux car elles se sentent davantage concernées par l'objet de l'enquête. Il en résulte une surestimation des déplacements pour certaines catégories. Les résultats obtenus en Autriche vont dans le même sens.

En Australie, il semble que, dans les enquêtes postales, les répondants n'hésitent pas à décrire précisément leurs chaînes de déplacements car ils souhaitent souvent faire comprendre aux enquêteurs la réalité complexe de leurs trajets.

Un biais par effet de langage et effet de mémoire

Selon Jean Loup Madre et Jimmy Armoogum, ce sont les effets de mémoire qui sont les plus importants. Il cite les enfants qui ne sont pris en compte qu'à partir de l'âge de 6 ans. Un récent séminaire de l'INED (France) a souligné la faible capacité de mémorisation des enfants, c'est pourquoi il n'est pas utile d'abaisser cette limite d'âge. D'autre part il paraît difficile de savoir si les répondants ont rempli leur carnet de trajets de mémoire, mais on peut repérer certaines pratiques, notamment lorsqu'il y a des arrondis dans les réponses sur les horaires.

Pour les entretiens téléphoniques ou en face à face, la présence d'un enquêteur permet l'interactivité. L'enquêteur a un rôle important quant à la compréhension de la notion de déplacement et la correction des *effets de mémoire*. Il peut expliquer la définition de l'unité de mesure qu'est le déplacement afin qu'une relation soit bien établie par l'enquêté entre l'activité réalisée et le déplacement global correspondant. L'enquêté a alors la possibilité de compléter ses réponses pour aboutir à un schéma d'activité et de déplacement cohérent.

Au Québec, les enquêtes réalisées par voie postale produisent une sous-représentation des déplacements. Une explication tient à l'effet de mémoire : les questionnaires sont remplis souvent en fin de semaine, ce qui engendrerait des oublis dans la reconstitution des déplacements. C'est plus l'effet de mémoire et la compréhension par l'enquêté de la notion de déplacement que le mode d'enquête qui influent sur le nombre de déplacements collectés.

2. LA CORRECTION ET LA MINIMISATION DES BIAIS ISSUS DES NON-REPONSES

La question de fond est bien de savoir si les non-répondants ont des comportements différents des répondants et si la non-réponse est corrélée avec la question posée. Si ce n'est pas le cas, il est possible, avec les diverses techniques exposées par les orateurs, de redresser les échantillons. Le débat a été structuré par le président de séance (Benoît Riandey) autour de trois questions : quelle est l'importance des non-réponses, quelles sont les méthodes de redressement et enfin quelle est la qualité des réponses déclarées ?

2.1. Minimisation des non-réponses a priori

Plusieurs techniques d'administration permettent de contrôler et de minimiser les non-réponses.

2.1.1. La sensibilisation préalable de l'enquêté

L'envoi d'une lettre d'information avant l'entretien (téléphonique ou autre) permet d'améliorer l'accueil de l'enquêteur. Aux Etats Unis, d'après Peter Stopher, l'envoi d'une lettre au préalable afin de prévenir de la date de l'entretien améliore le nombre de réponses de 20 à 40 % et ceci d'autant plus quand le jour d'enquête est fixé et que l'entretien téléphonique se déroule dès le lendemain. Ce constat est vérifié également par Alain Junod.

De même, le pré-appel téléphonique améliore le taux de réponse d'enquêtes réalisées par le mode postal (exemple d'une enquête réalisée par la Chambre de Commerce de Lyon). En outre il est possible de combiner les modes d'enquêtes afin de retirer si possible les avantages de chacun (Gerd Sammer décrit une combinaison du mode épistolaire et du mode téléphonique).

2.1.2. Les relances

En cas de non-réponse il est possible d'effectuer des relances systématiques par téléphone pendant 5 à 7 semaines, en prenant par exemple les précautions suivantes (Liz Ampt, enquête épistolaire en Australie) : lorsqu'une personne devant répondre pour la journée du lundi n'avait pas retourné sa réponse le jeudi, on reprenait contact par téléphone pour lui demander de remplir le questionnaire au sujet du lundi suivant. De plus, en cas de non-réponse, on reprenait contact avec le répondant pour savoir s'il avait une raison particulière pour sa non-réponse.

Il a été constaté que la mobilité des personnes qui ont fait l'objet de relances était différente de celle des autres. Il conviendrait de tenir compte de cette différence dans les enquêtes qui ne prévoient pas de relance systématique.

2.1.3. La prise en compte des spécificités des populations enquêtées

Afin de ne pas évincer certaines catégories de population, leur prise en compte peut se faire de différentes manières. A Montréal, notamment, 1 000 entrevues ont été réalisées en langue étrangère. Afin de favoriser la compréhension du questionnaire ou de l'entretien, des mesures spécifiques envers les populations défavorisées peuvent être envisagées. Il faut insister sur le fait que si les taux de réponse sont trop faibles, on ne peut se permettre de publier les résultats de telles enquêtes.

2.1.4. La gratification : une forte composante culturelle

Afin d'améliorer les taux de réponses, plusieurs types de gratification ont été testés.

La remise d'un cadeau symbolique en remerciement du temps consacré à la fin d'un entretien face à face est l'option qui a été retenue pour l'enquête nationale Transport en France (Jimmy Armoogum, Jean Loup Madre). Les enquêtés recevaient un livre touristique sur leur région. Une telle gratification n'a pas d'effet sur le taux de réponse de l'enquête en cours, puisque c'est une action post entretien, mais traduit l'intérêt que représente la participation de l'enquêté pour les organisateurs de l'enquête.

Un second type de gratification a pour effet d'agir directement sur le taux de réponse de l'enquête en cours. L'utilisation d'une loterie, procédé courant aux Etats-Unis, peut entraîner des biais : tous les répondants ne vont pas être uniformément sensibles à ce type de gratification et il y a un risque que l'attitude face au jeu soit corrélé avec le comportement de déplacement. Selon un exemple donné par Gerd Sammer, le fait de proposer un abonnement aux transports collectifs à ceux qui répondaient le plus vite fut une mauvaise idée, car cela a généré des réponses parasites.

D'après Peter Stopher, (communication au Transport Research Board -1990), dans une enquête réalisée à Boston, l'envoi de billet de loterie de 1 US$ permettait d'augmenter le taux de réponse (passant de 28 à 42 %). Dans une autre enquête, plusieurs niveaux de gratification étaient testés par l'utilisation de billets de loterie à 10 US$, à 1$, ou encore à 2$ plus un stylo. Le billet de 1 US$ s'est révélé le plus efficace.

Aux Etats-Unis, les enquêtés préfèrent une gratification donnée à tout le monde plutôt qu'une loterie. La gratification est même envoyée directement avec le questionnaire, l'idée étant de « culpabiliser » les non-répondants potentiels. Cependant, d'après Peter Stopher, il est difficile de connaître les biais introduits par ce procédé.

Dans l'absolu, selon Gerd Sammer, il est préférable de ne pas avoir recours à une gratification. Le civisme doit être la principale motivation de la réponse et permettre une prise de conscience d'une participation à l'amélioration du système de transport.

2.2. Techniques de correction a-posteriori

2.2.1. La technique du rappel

Dans de nombreux cas, le recours à un appel téléphonique est pratiqué pour compléter les réponses partielles. Ici aussi, un biais peut résulter du décalage dans le temps du rappel.

2.2.2. Les redressements des fichiers

En ce qui concerne l'enquête nationale Transport (Jean Loup Madre et Jimmy Armoogum, France), il a été constaté que les non-répondants effectuent moins de voyages que les répondants. Un redressement permet alors d'effectuer une bonne correction.

Encore faut-il que les questionnaires parfaitement informés soient en nombre suffisant. En particulier que penser d'une post-stratification sur des variables explicatives des comportements ? La correction par redressement est plus facile sur des variables discrètes que continues, car il s'agit là d'un contrôle par cohérence interne des réponses.

En ce qui concerne les non-réponses partielles, plusieurs techniques peuvent être mises en oeuvre : soit l'on corrigera les réponses manquantes variable par variable ; par exemple, s'il manque l'information sur le sexe de l'individu, on peut tenter de l'imputer de manière probabiliste, mais si c'est le nombre de voitures du ménage qui manque, on pourra supprimer les questionnaires incomplets puis redresser l'échantillon informé. Jean Loup Madre et Jimmy Armoogum estiment que le choix entre ces deux techniques reste la question de fond. La règle est de supprimer tout enregistrement si l'on ne connaît ni l'origine-destination ni les heures de trajet, car dans ce cas, le trajet ne peut être reconstitué. Cela a conduit à éliminer dans l'enquête nationale Transport française 5 % des questionnaires dont le déplacement était inconnu et 1 % seulement lorsqu'il manquait quelques variables caractéristiques du déplacement.

Par ailleurs, il est possible d'imputer des valeurs au moyen des réponses aux autres variables du questionnaire (par ex. le sexe est informé à partir du prénom ou l'information manquante d'un trajet retour en fonction du trajet aller). Cela est différent d'une imputation résultant d'une duplication par référence à d'autres individus ou d'un redressement qui est fonction du poids du questionnaire absent, relativement au nombre des individus ayant les mêmes caractéristiques. Il convient d'être prudent sur les biais induits par ces dernières imputations, qui font baisser la qualité générale des données de l'enquête. La règle est d'étiqueter les enregistrements corrigés afin de savoir quelles modifications ont été apportées à l'enregistrement brut.

La stratégie de correction des non-réponses partielles dépend avant tout de l'usage final des données. S'il s'agit d'alimenter des macro-modèles, il faut s'appuyer sur la notion de variance totale du nuage des observations. Si l'on vise une utilisation désagrégée ou fine, le problème du calcul des covariances rend le problème plus délicat. Il est clair qu'une forte attente existe en matière de données fines, il faut alors faire attention à leur éventuelle non-représentativité et donc ne pas rejeter trop vite les questionnaires à non-réponses partielles.

La méthode de redressement mise en oeuvre pour les enquêtes transport en France et en Suisse consiste à faire tout d'abord une post-stratification, permettant de former des catégories de ménages relativement homogènes puis d'effectuer un calage sur marges afin d'assurer la compatibilité avec d'autres sources statistiques, notamment les principales variables socio-démographiques (généralement issues des recensements). La procédure «CALMAR» est utilisée pour caler une matrice sur ses marges. Elle permet de faire des redressements avec poids tronqués. Ce redressement doit être opéré sur les variables importantes pour l'analyse envisagée, ce qui suppose de définir des modèles de non-réponses et de faire des choix sur les variables de post-stratification. Le redressement peut non seulement être effectué sur des données connues (au niveau des CSP des recensements par exemple) mais aussi sur des variables non connues (comme la mobilité). Madre signale qu'en fait, par l'identification des facteurs de non-réponses et le calage sur marges pour le sexe, l'âge, la zone de résidence, le redressement est bien effectué sur la mobilité qui est fortement corrélée à ces variables. La méthode «CALMAR» peut également être utilisée pour caler des matrices origine-destination.

Gerd Sammer insiste sur l'intérêt de la pondération simultanée des enquêtes et non étape par étape, comme cela est le plus souvent pratiqué, car cela biaise les résultats. Une communication sur ce sujet a été présentée au TRB en 1990.

Liz Ampt souligne qu'une enquête spécifique auprès des non répondants doit permettre en tout état de cause de redresser les biais relatifs aux taux de réponse insuffisants.

EN GUISE DE CONCLUSION

Certaines exigences sont apparues à plusieurs reprises dans la discussion : disposer de données détaillées tant sur le plan de la connaissance de l'environnement du déplacement que sur le plan spatial ainsi que préserver la possibilité d'une comparaison des enquêtes dans le temps à des fins de simulation. Cela peut nécessiter un retraitement des enquêtes passées pour que des comparaisons se fassent sur des bases homogènes en termes de pondération et de méthode.

D'une manière générale, si les modes d'administration des enquêtes diffèrent d'un pays ou d'un organisme à l'autre, la tendance est bien à associer des techniques variées aux différentes phases de l'enquête afin d'optimiser le taux de réponse et d'améliorer la qualité des réponses. Les problèmes liés aux groupes sociaux difficiles à toucher ou à intéresser à de telles enquêtes justifient des démarches adaptées à la diversité des contextes socio-culturels de chaque pays.

CHAPITRE 3

ETUDES DE CAS

MOBILITY SURVEYS IN PORTO AND LISBON: DATA PRODUCTION METHODOLOGIES AND CRITICAL EVALUATION

José Manuel Viegas
TIS, Transportes, Inovação e Sistemas, Lisbonne
Faustino G. Gomes
CISED Consultores, Lisbonne

1. INTRODUCTION

Although Portugal is a country where construction of road infrastructure has been strongly accelerated since the publication of the National Road Plan in 1985, this construction effort has not been accompanied by identical changes in data availability on transport systems.

In particular for urban agglomerations, relatively little is known on the basis of systematic statistical procedures, apart from data related to fiscal collection. It is sometimes argued that the lack of such data has not prevented the construction of the same infrastructure that would have resulted from scientific transport planning studies, as in the prevailing circumstances the areas mostly needing infrastructural investment were very obvious.

To a large extent this is true because of the large previous deficit of infrastructure, and of the fact that we were dealing with the fundamental structure, necessary to ensure proper covering of the territory, at its various functional scales. But in the beginning of the nineties, the design of that basic structure being almost complete, it was already easy to detect not only signs of some imbalances in the capacity provided across the infrastructure network, but also that the public transport system was not being able to address the changing times, and in particular the qualitative changes in its demand.

Given the lack of initiative by the central administration, STCP, the nationally-owned public transport company of Porto (with a daily patronage of about 0.9 million passengers) decided to launch a Mobility Survey covering the area it serves, and which would be the basis of subsequent changes in their network structure and tariff policy.

This was done in 1991, initially with a Pilot Survey, followed in early 1992 by the General Survey. It was the first Mobility Survey in Portugal, covering basic data family, status data from each of its members and trip data for one day of one of those persons.

In 1993, a similar process was launched in Lisbon, this time having the Lisbon Metro as the promoter. Naturally, the structure of the network in the case of a Metro is much harder to change, but in this case the main goal was the knowledge of the trip chains in the region, which would be the basis for the intermodal

connectivity and tariff policies. Given the much larger area and sample size in Lisbon (see Section 2), the survey process was done in two phases, with a global duration of about one year.

It may seem strange that these initiatives (the surveys and also the subsequent planning decisions) are carried out by transport operators, not by the Administration. But this is due to the organisational ambiguity that presently pervades the transport field in Portugal and especially in the Metropolitan areas. The impotence of the local and central administrations, each with contradictory function assignments, is compensated by an overdose of initiative of the nationalised operators, who are (by default) invited to act in the area of network planning.

We believe that, given the sustained state of that ambiguity, it has been an act of courage and vision that these two operators have decided to take the costly initiative of launching the surveys, and on the basis of their results, pursue the planning efforts that were the basis of the process. In both cities several transportation planning studies have already been made using these results, in particular for dimensioning of new public transport infrastructure (underground stations and multimodal interchanges).

2. COVERED AREAS, SAMPLING RATES

Lisbon and Porto are the centres of the two largest conurbations in Portugal. Both are coastal cities, located adjacently to large rivers, Tagus and Douro respectively. In Lisbon, as the area covered was very large, the survey was carried out in two phases: the first one covered 7 municipalities and the second covered the other 11.

Figure 1 presents the areas covered by the two surveys and Table 1 presents some indicators about these areas.

Area	No. of Municipalities	Area (Km²)	Resident Population (1991 census)
Porto (central city)	1	42	302 535
Suburban Municipalities	5	517	710 849
Total (Porto)	**6**	**559**	**1 013 384**
Lisbon (central city)	1	84	663 404
Suburban Municipalities (1st Phase)	6	901	785 564
Suburban Municipalities (2nd Phase)	11	1852	1 042 980
Total Lisbon	**18**	**2837**	**2 491 948**

Table 1: Main dimensions of surveyed areas in Lisbon and Porto

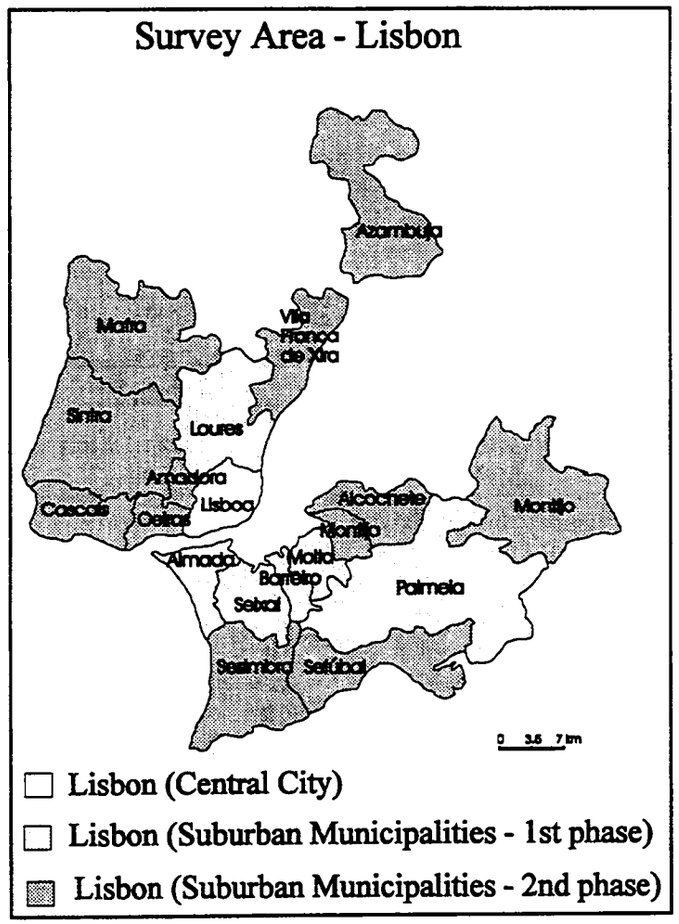


Figure 1: Survey Areas for Lisbon

As mentioned above, the area surveyed in the Porto region is only a part of the Porto Metropolitan area (which is formed by 9 municipalities). Still, some conclusions can be taken from the data in Table 1:

- the area and population surveyed in Lisbon are much larger than in Porto (5 times larger area, 2.5 times larger population). This has been an important factor (but not the only one) in the order of realisation of these surveys;
- the percentage of the population in the central municipality in relation to the whole surveyed area is similar in the two cases: 30% for Porto and 27% for Lisbon.

Data in Table 2 shows a strong percentage of families surveyed, given the large dimension of the universe covered by the surveys.

Table 2 presents some indicators about the population surveyed:

Area	No. of Municipal.	No. of Families	No. of Surveyed	%
Porto (central city)	1	99 325	3 408	3.4
Suburban Municipalities	5	154 174	7 704	5.0
Total (Porto)	**6**	**253 499**	**11 112**	**4.4**
Lisbon (central city)	1	245 070	8 501	3.5
Suburban Municipalities (lst Phase)	6	257 538	9 765	3.8
Suburban Municipalities (2nd Phase)	11	364 246	14 185	3.9
Total Lisbon	**18**	**866 854**	**32 451**	**3.7**

Table 2: Main indicators of surveyed population in Lisbon and Porto

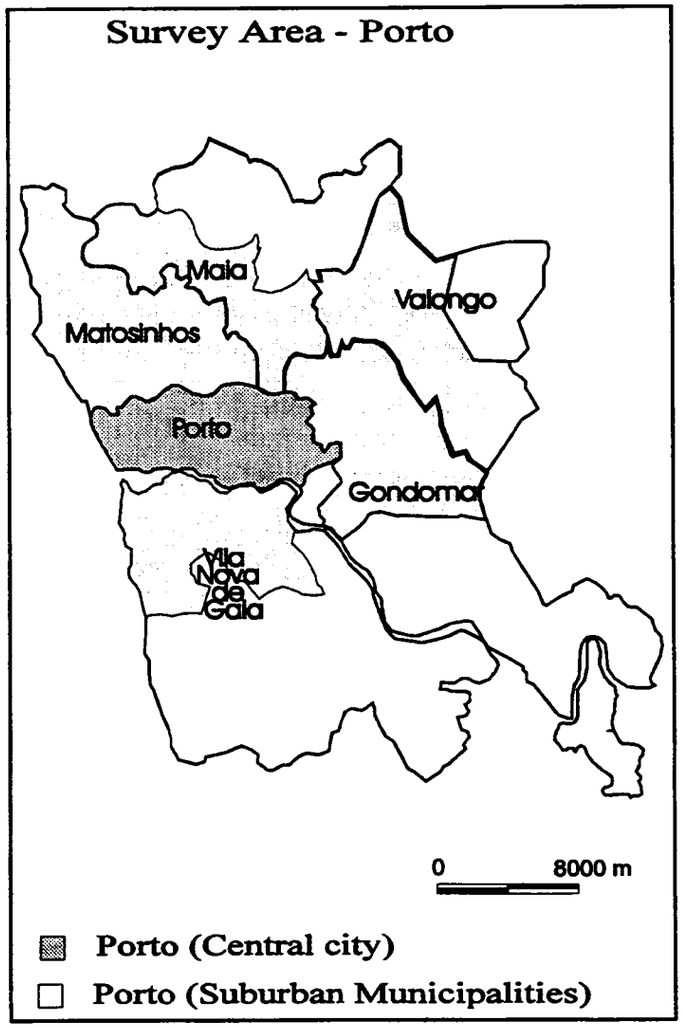


Figure 2: Survey Areas for Porto

3. SITE CODING

When preparing the survey operations, it was clear that having transport companies as the clients would imply special difficulties with zoning decisions, since statistical robustness of the estimates produced would require relatively few and large zones, but practical questions of interest to those companies (bus-stop locations, demand split between competing lines, underground access location) would require much smaller zones.

In the case of Porto, the main reason for carrying out the Mobility Survey was the role of the information thus obtained to develop a much needed restructuring of the bus network. In this respect, relatively detailed locations are needed, for the analysis of transfers between lines.

In both cases, tariff regimes were (still are) visibly in need of change. Since both companies are nationalised, any political decision to change that regime will require an estimate of the balance of ticket revenues with the old and new regimes, for which the identification of boarding and alighting stations is needed.

Thus, we understood that we not only needed a reasonable level of detail in the location of trip starts, ends and transfer points, but also a variable zoning scheme, so that for a new question being treated, a new zoning system could be adopted.

Since there is no official geocoding in Portugal, the decision was taken to develop a detailed coding of origin, destination and transfer points, for which the interviewee was asked about town, borough or county, street name and door number or, in the absence of the latter, a landmark of common knowledge. This could be a shop, a monument, a cinema, an administrative agency etc. (see also (Flavigny, Madre, 1994) for the case of locations farther from the region).

In the background, a segment-based geographical information system was built, to which the name of Site Dictionary was given. This was first used in the Porto survey and later also in Lisbon. The concept is very simple: any location within the study area reported with the information referred above must be translated into a (x,y) pair of co-ordinates. This spatial coding should be reasonably rigorous, and it is believed that for most cases margins of error below 50 meters in the consolidated urban areas (and below 300 meters in lower density suburban areas) have been obtained.

The dictionary developed is organised around a database with 6 different layers: counties, towns, streets, street network nodes, street network segments, landmarks. For the larger towns, streets, their nodes and segments are described, whereas for the smaller towns, only the town itself is described (this also mirrors the different level of supply of public transport in larger and smaller towns). For each street segment, the attributes coded are the street to which it belongs, the node

numbers that define the segment, and the extreme door numbers (min and max, even and odd sides).

In the presence of a certain street and door number in a survey, we detect the segment of that street for which that number falls between the extremes of the same parity, and the co-ordinates of that house are obtained by linear interpolation between those extremes (for which we know the door numbers and the co-ordinates).

Another interesting feature is that this dictionary has been built with some tolerance for incorrect description of names, at all levels (towns, streets, landmarks). Any such reference is decoupled in words, and each word is used as a search key. The sets so defined for each word are then intersected, and as long as at least one word has been spelled correctly the correct register will be in the set.

For any candidate register, the name it includes is then compared, word by word, with the name given in the survey answer. In this process, a fuzzy algorithm is used to determine the intermediate levels of «likelihood» of the word being the same in both entries. In the end, the register with the highest mark is selected, as long as its global likelihood is above a certain threshold.

When a site referred in a survey cannot be attributed to any of the items in the database, it is impossible to load its co-ordinates directly in the survey file. The site must be loaded in the dictionary, and the allocation procedure run again, so that there is a permanent process of enrichment of the database.

For each analysis that has had to be conducted, the zoning schemes have been rethought, sometimes wholly redefined, sometimes only partially. In any case, a set of polygons totally covering the study area (and the «rest of the world» so that external points can also be coded) must be defined. Once those polygons are defined and the trip extreme points have their (x, y) co-ordinates, a simple point-in-polygon algorithm allows the reallocation of zones to all those points.

Although this has represented a very intense work done in the background, we believe it was been worth while, judging from the added quality possible in various transport planning studies in which we have made of the survey results so far. In about two years, 4 different zoning schemes have been used in Porto, and 3 in Lisbon (here in the first year alone). And we must also bear in mind that this geocoding is mostly a one-off effort, since the definitions entered on the first survey will still mostly be valid for refresh operations to be carried out some years later.

4. SAMPLING AND SURVEYING METHODOLOGIES

Developing a mobility survey on a scale like these ones presents considerable challenges (Taylor, al., 1992) and we certainly were aware of most of them. Given the lack of previous experience in Portugal in such projects, we felt a Pilot Survey

was needed, where not only the sampling procedures, but also the surveying forms and the computational procedures could be tested.

4.1. Survey Form

The form used in both surveys was identical, suffering only changes in detail. This has been developed (and tested) so that the terms used were intelligible by less literate people, and most answers were given through multiple choice. This form was divided in three great blocks:

Family Identification, with postal address, town and administrative unit («freguesia», identical to county or borough) of residence, number of people living in the house, number of cars and motor-bicycles in the house.

Characterisation of all the Persons in the Family, through the following variables: year of birth, sex, main professional activity, working hours, public transport title (type of ticket) normally used.

Description of all trips made by one of the members of the family in the day before the survey, with a detailed description of every trip, including place of origin and destination, time of start and duration, whether that trip was made alone or accompanying someone (and in the latter case, was any of the accompanying persons of reduced mobility), trip motive, and for each leg of the trip, on which mode it was made and where the transfer to the next leg took place. Finally, what was the main reason for choosing that mode or combination of modes. The approach for keeping the interviewee's memory in line with his/her travel of the previous day was based on the activities carried out, as illustrated in (Axhausen, Garling, 1992).

In the Lisbon survey were introduce a few changes in the description of all trips made, in order to prevent breaks in trips chains:

- the interviewer always asked for the new trip, based in the last destination - «When you left that place, where did you go?»;
- there is a significant number of daily trip chains composed by tree trips - first to work, then directly shopping or to handle personal affairs, and finally return home. So, a new trip motive was introduced, called «return home». In the Porto survey, this would have been classified as the same motive as the precedent trip, i.e. «shopping» or «personal affairs» in this example. Although we believe the procedure for Lisbon is the correct one, the difference leads to some difficulties in comparisons between the two surveys.

4.2. Sampling Basis and Procedures

Stratified sampling has been used, with the smallest administrative divisions in Portugal («freguesias») used as the basis for that process. For each «freguesia» information was available on the number of inhabitants and dwellings in the 1991

census, but not on the distribution of family types, ages of family heads or any other such data.

The approximate total number of persons to interview was decided on the basis of the precision levels desired for a typical trip matrix on a working day, i.e. for a 50 zone matrix covering about 2 million trips, an error of no more than 50 trips was desired on cells with an estimate of 100 trips per day.

Since we had a small variation in information gathering cost across all zones, it was decided to have a roughly constant sampling rate, with only an upwards correction in the smaller «freguesias» to avoid too small absolute sample sizes.

For house interviews, sampling was based on random routes. For telephone interviews, the procedure was more complex: we purchased from the telephone operator lists of randomly extracted residential phone numbers by phone zones (almost coincident with zip codes, and not too different from the contours of «freguesias»). Since each entry in these lists includes the postal address, we ran those addresses through the Site Dictionary, thus obtaining their (x,y) co-ordinates and then the «freguesia» to which each house belonged. Having bought the lists with enough surplus entries ensured enough sample dimension and randomness in each «freguesia». The resulting elements in each «freguesia» were then randomly sorted again.

On both cases, direct and phone interviews, failure to find someone produced the same type of result: advance to the next candidate (stepping process on the field, next down the list on the phone based process).

4.3. Contact and Survey Procedures

Almost all surveys procedures where equal in Lisbon and Porto. In this chapter we describe those procedures, making a special reference when a different approach was made in the latter project. Although we are aware of the results presented in (Broeg, 1983), we have tried to adjust them to the Portuguese circumstances, as indicated below.

a. Pilot Survey (in Porto)

Before the general Mobility Survey was conducted in Porto, a pilot survey had been made there by the same team in 1991, to test procedures and estimate productivities. In that pilot case, most surveys were conducted with the interviewer at the homes of the interviewees, and some by telephone.

b. General Segmentation

In the case of Porto, it was decided that the survey would cover two different segments of users of the transport system: Residents and Visitors. Residents were contacted and interviewed by phone or in house, and Visitors were contacted (but

not interviewed) as they were crossing a cordon around the study area (leaving the area) and declared not to live there.

These selected visitors were then given an envelope with the questionnaire and all explanations, and could answer by postage paid mail or by token free phone, with an interviewer to conduct the survey. Most visitors preferred to use the phone for their reply. To improve the quality of the answers and the number of surveys, we asked to the visitors if they wanted to be contacted by us, and in affirmative case, to what phone number and at what time should the call be made. The most important difference between residents and visitors was the date of the trips reported: the residents reported the trips made in the day before the contact and the visitors reported the trips made in the day of contact, to guarantee that at least one of the reported trips was in the study area.

In Lisbon, given the much larger dimension of the universe, it was decided not to include the visitors (the relative weight of this segment diminishes as we enlarge the study area and most suburban citizens are classified as residents).

c. Survey Techniques

Given the dimension of the samples, it was important to make sure that we had a good compromise between costs and quality of the answers (see (Groves, 1989)). To improve the quality and the number of answers, all the candidates to be interviewed were first contacted by mail with general information about the survey. This was made with a courtesy letter signed by the President of the public transport company promoting the survey (STCP in Porto, Metropolitano de Lisboa, in Lisbon) and a leaflet explaining the type of questions included in the survey and the reasons why it was important to answer.

In Porto, a survey form was also included, to permit volunteer postal answer, as well as a «lucky number» to take part in a lottery, of which the prizes were two trips to EuroDisney (in Paris), cheques to buy goods in a supermarket, and annual passes for the public transport network.

In Lisbon, it was decided not to include a survey form in the envelope because of the poor quality of the answers received by this mode in the Porto survey. Also, there were two major reasons not to run a «lottery» in Lisbon: as there were many lotteries being promoted through the then new private TV channels, the level of prices needed to stimulate participants would be much higher, and the much higher sample size made it very difficult to ensure (in adequate time) that only valid answers would enter the draw.

The techniques used to make the surveys were:

- telephone Survey, call made by the interviewer - Possibly because there is still an emerging market for telemarketing procedures in Portugal, the percentage of

people not wishing to answer the survey by phone was smaller than with the live interviewer. Used both in Porto and Lisbon;

- telephone Survey, call made by the interviewee - In Porto, this technique was tested, inviting people in the courtesy letter to call a toll free number (at the hour of their convenience) where an interviewer would be conducting the survey, but the level of participation was very low.

- postage paid mail - only used in Porto survey, because of the very poor quality of the answers. Portugal has a very high percentage of less literate people, that can read and write with some difficulty, but can not fill a form as we used in these surveys. Almost all the forms made using this technique were considered «not valid»;

- house visit - technique used in Porto and Lisbon, especially in the zones where the number of possible phone surveys was not satisfactory or a lower percentage of houses equipped with phone would imply a significant risk of sampling bias.

In the Pilot Survey in Porto, most of the interviews were made with house visits, but it was obvious that this procedure was much slower (valid interviews per agent per day) and more expensive. Near the end of that pilot survey we started testing phone interviews and concluded that it had several advantages:

- the average number of refusals before each valid interview was lower with phone contacts than with house visits;

- each valid interview was shorter as there was less socialising talk at the end of the survey procedure;

- socially acceptable hours to phone other people have a wider spectrum than for ringing their door bell, thus increasing the number of interviews per agent and per day, with the advantage of diminishing the number of people to train;

- quite often it happened (in live surveys as in phone based ones) that the person randomly chosen to describe his/her trips was not at home at the time of the first contact. The time loss of coming back for a second visit is much larger than the time loss of another phone call later on the same day.

Since the same group of people had been hired and trained for the interviews by house visit or by phone call, they were equally capable of conducting the conversation for the extraction of the required information. We tested the two sample groups after the first 500 interviews by each mode, and conducted difference of means and ANOVA tests for the number of trips per person in the various age and sex groups and for modal split in the trips of persons in similar family types and motorisation levels. In both cases, we were far from rejecting the hypothesis that they were from different samples.

After this, it was decided to adopt the phone as the main type of contact. It is important to refer that in both Porto and Lisbon most areas have a percentage of houses equipped with telephones above 80%. Thus, only areas of much lower

coverage by phones were surveyed with the physical presence of interviewers. In both surveys, the percentage of home surveys was about 10%, which represented a major effort because of its cost (one home survey costs between four and five times more than a phone survey).

It is important to refer that in Lisbon the difficulty to conduct the survey was higher than in Porto, and the major reasons were:

- when the Porto survey was made (1992), telemarketing techniques were a novelty in Portugal; when Lisbon was done, the first signals of telemarketing saturation appeared;

- the bigger dimension and heterogeneity of Lisbon area, which also implies longer commuting times, and less patience to answer phone interviews when back in the home;

- in Lisbon there was a stronger sense of insecurity, which made house visits even more difficult to succeed.

d. One person per family

As referred, in both surveys the trips described were made by only one of the members of the family in the day before questioning. That person was chosen randomly during the interview within the set of family members, sorted by decreasing age. If the person thus selected was not present at the moment of the interview, an hour for a subsequent contact would be asked and that attempt made. Even if case of a second miss a new attempt would be made at the same person, and only then would the person answering the phone be invited to answer for him/herself, except if the quota of that age and sex group was exhausted.

This methodology of one person per family has positive and negative points:

Positive:

- it was possible to cover a large number of families, which was very important, because of the large area covered. With this methodology it was possible to interview more families with the same budget;

- as the answers given by the interviewee refer exclusively to his/her own trips, there is less field for errors. When we asked one family member about the trips of all the other members, inevitably many false statements will be made. On the other hand, if we insist on directly interviewing all the members of the family, the marginal cost of the additional information increases very strongly.

Negative:

- it was not possible to have a complete picture of the trips of all members of the family and their interrelations.

However, it is possible to develop a methodology based on the definition of «robot families», in which the family type A (for instance - father worker, mother worker, 2 children in school, one automobile) is composed, in each of its

«positions» by an amalgamation of different interviewees belonging (in that «position») to different families with this composition.

The fact that these were the first mobility surveys conducted in Portugal at a similar scale has led to a pressing need for many results of an almost direct nature, so there was no possibility yet to develop the studies applying this methodology. We believe however that this can lead to interesting results and may have represented a very sound application of the budget available.

5. SOME RESULTS OBTAINED

In retrospective, after having made the two first Mobility Surveys in our country, we can verify that the overall results are of the order of magnitude expected on the basis of international experience, given the level of development of Portugal.

The consistency of the methodologies used in the two largest urban areas has allowed a comparison between the values obtained in either case, and the differences in those values could mostly be explained by the visible differences in the geographic and demographic level, and in the supply of transport systems, particularly the fact the Lisbon has a metro.

In the following tables, some results are presented that can be easily compared with similar variables obtained in others cities. Only a very limited presentation of results is given here, since this has already been made in another paper by the authors (Viegas, Gomes, 1994).

General Indicators

Table 3 shows some of the general mobility indicators obtained in these surveys. Here, as well as in the remaining tables of the paper, the option was made to present the results with a separation between the two areas of Lisbon and Porto, but also distinguishing the central city from the suburban municipalities in both cases. This will possibly allow a clearer view of the main factors behind the different values obtained for any of the sub-populations.

As for the total trip time per day, Lisbon presents a higher value, which is due to the larger size of the conurbation. In both cases, total trip time is larger for the suburbs than for the central city, the difference being larger for the case of Lisbon than for Porto.

Lisbon also has more trips per day, but with average shorter times per trip. This may be due to the fact that in Lisbon there is an underground system that allows much better speeds than surface transport, contrary to Porto in which only these are operating. Here again, the central city has a more favourable situation (higher number of trips) than the suburbs, but the difference is larger in the case of Porto.

General Indicators	Porto (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Porto)	Lisbon (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Lisbon)
% of non-mobile people	14.6%	18.4%	17.1%	23.1%	27.3%	26.4%
Average Travel Time per day (min)	75.5	79.5	78.1	80.1	88.0	85.8
Average Number of Trips per day (per In habitant)	2.30	1.99	2.10	2.12	1.99	2.02
Average Number of Trips per day (Persons with Mobility)	2.69	2.44	2.53	2.78	2.73	2.75
Avg. Number of Non- Compulsory Trips per day	1.06	0.96	1.00	0.79	0 67	0.70

Table 3: General Mobility Indicators

An interesting situation can be detected when we analyse the number of non-compulsory trips (all except work or school related, returning home, or meals) per day in both areas. It should be expectable that Lisbon would present higher values in this respect, but in fact it is Porto that leads, and this by a considerable margin.

We find two possible explanations for this: first, in the Lisbon survey, there was an explicit trip motive identified as «returning home», whereas in Porto this was not in the list of possible motives. Serious efforts have been made to make the two trip motive sets comparable, but there may be a margin of error that explains part of this difference. The second factor is that in the Lisbon area, a larger percentage of the feminine population is working out of home, so these women do a small number of non-compulsory trips, whilst the women of Porto have a smaller total number of trips, but the majority of those would be classified as non compulsory

Motorisation

Table 4 has the values relative to some motorisation indicators, not only about the number of cars per thousand inhabitants, but also about the distribution of families according to their level of motorisation.

It is interesting to note that in both areas, families in the central city are less motorised than those living in the suburbs, the difference being much more visible in the case of Lisbon. A normal explanation for this would be that in the centre the public transport networks are much denser, so that people have less need of a car. But we believe the main reason is different: the population of these central cities has a considerably larger stratum of old people than is the case for the suburbs. In the

case of Porto, the percentage of population above 65 years of age is 14.8% for the central city and 9.0% for the suburbs, and in Lisbon the difference is even larger: 18.8% in the central city versus 10.0% in the suburbs.

Motorisation	Porto (Central City)	Suburban Municipa-lities	Total (Porto)	Lisbon (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Lisbon)
Unmotorised Families	40.5%	33.8%	36.2%	40.0%	23.9%	28.1%
Families with 1 vehicle	40.8%	44.7%	43.3%	44.4%	51.4%	49.6%
Families with 2 or more vehicles	18.7%	21.5%	20.5%	15.6%	24.7%	22.3%
Cars per 1000 inhabitants	257	238	243	231	271	261

Table 4: Motorisation Indicators

Modal Split

Transport Modes	Porto (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Porto)	Lisbon (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Lisbon)
On foot/bicycle	24.7%	28.2%	26.9%	23.2%	24.0%	23.7%
Private car/motor bike	22.4%	29.1%	26.6%	28.8%	38.7%	35.9%
Short range Public Transport *	51.6%	40.9%	44.9%	41.5%	27.6%	31.6%
Medium + Long range Public Transport	0.3%	0.8%	0.6%	3.8%	6.1%	5.5%
Taxi	0.5%	0.5%	0.5%	1.6%	0.3%	0.7%
Public transport + Private Car	0.5%	0.5%	0.5%	1.1%	3.3%	2.6%

*- Short range Public transport defined as having trip duration under 1 hour.

Table 5: Distribution of Transport Modes per trip (citizens classified by area of residence)

In Porto central city, short range public transport is the market leader, being used in over 50% of the trips made. The global value for the Porto area is slightly smaller, but clearly ahead of the other modes nonetheless. In the suburbs, the lost share is captured by walking/bicycle and by the private car. Long distance public transport has a very low share in all of this area.

In Lisbon, although short range public transport is still the market leader, its difference to the others is considerable smaller, the corresponding share going to the private cars and to the longer range public transport (sub-regional transport in most cases).

It is also noteworthy the comparatively high value of park + ride for the suburban municipalities of Lisbon. This is clearly in connection with the existence of the Metro, but also probably with the suburban railways, which have in this region a much stronger role than in Porto.

Transfers

Table 6 presents the results concerning transfers made within trips. Transfers were counted only when involving a change of vehicle in motorised modes, not when a trip had a first leg made on foot, and then another leg made by public transport.

Transfers	Porto (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Porto)	Lisbon (Central City)	Suburban Munici-palities	Total (Lisbon)
Trips with transfers (All modes)	14.1%	16.3%	15.5%	13.4%	15.7%	15.1 %
Trips with transfers (Public Transport)	25.6%	36.8%	32.0%	27.6%	44. 1%	37.7%
in PT, with 1 Transfer	20.7%	25.6%	23.5%	22.5%	26.0%	24.6%
in PT, with 2 Transfers	4.4%	9.4%	7.3%	4.6%	14.1%	10.4%
in PT, with 3 Transfers	0.4%	1.5%	1.0%	0.5%	7.5%	2.4%
in PT, with 4 + Transfers	0.1%	0.3%	0.2%	0.0%	0.5%	0 3%

Table 6: Incidence of transfers

The percentage of trips (all modes) that are made with transfers is identical in both areas, around 15%. Naturally, this value is higher for the inhabitants of suburban municipalities.

When we consider only the universe of trips made on Public transport, these percentages take much higher values, respectively 32.0% and 37.7% for the cases of Porto and Lisbon. In the latter, and counting only the suburbs, almost 45% of the trips involve the need for at least one transfer, and more than half of those have two or more transfers. This is partly explained by the presence of the Metro, whose far greater speed induces time gains even if the person has to make an additional transfer.

Fidelity to Modal Choice

Table 7 presents the results relative to the fidelity of modal choice during the day. This may be due to the actual degrees of freedom lost for the modal choice of the trips started away from the base, but also due to the mental attitude of planning in one moment only for the outbound and also for the return trip.

Fidelity to Modal Choice	Porto (Central City)	Suburban Municipalities	Total (Porto)	Lisbon (Central City)	Suburban Municipalities	Total (Lisbon)
Same Modal choice all day	80.6%	82.2%	81.6%	92.9%	92.4%	92.5%
Always On Foot/Bicycle	19.3%	21.6%	20 7%	17.5%	18.6%	18.2%
Always Private Car	19.4%	24.2%	22.6%	24.5%	34.9%	32 0%
Always Public Transport	41.5%	36.1%	38.0%	50.1%	36.1%	40.0%
Always Private Car + Public Transport	0.4%	0.3%	0.3%	0.8%	2.8%	2.3%
Variable Modal Choice	19.4%	17.8%	18.4%	7.1%	7.6%	7.5%

Table 7: Fidelity of Modal Choice

This fidelity takes very high values in both areas, although in Porto the percentage of people using different modal solutions during the day is about double from that of Lisbon. In the case of Porto, both central city and suburbs show a maximum fidelity for public transport, but in the case of Lisbon there is a substantial difference of behaviour between the central city and the suburbs: whereas the central city is mostly faithful to public transport, in the case of suburbs, this preference goes for the private car.

Possibly more important than the above results is the capacity of using them in other studies. For instance, we have already used the survey database in several studies such as:

- Porto light rail network (study developed for the Porto Light Rail Company), where we used the Porto survey to estimate the public transport O/D matrix, according to a specific zoning, transport mode and day period. Also, we used the database to simulate the impact of other land use or transport policy decisions in the central city, namely for parking restrictions;
- Porto bus network (study developed for STCP, the client of the Survey, operating the buses in the city and surroundings), where the Porto survey allowed a detection of the most significant cases of poor service and a systematic testing and evaluation of alternative networks;

- boat trips crossing tagus river (studies developed for the two ferry operators on the Tagus), where we used the Lisbon survey to estimate the O/D matrix of all trips crossing the Tagus river, and the impact of increased population and employment, motorisation, parking restriction, as well as that of the creation of new lines or the introduction of fast boats;
- estimation of social and economic benefits of two new railway - Underground interchanges in Lisbon (Cais do Sodré and Gare do Oriente), where we estimated the O/D matrix adapted to which case, and simulated the differences between having or not a good interchange with the urban transport modes, namely with the underground and bus.

6. FUTURE DEVELOPMENTS

As was mentioned in the introduction, some decisions based on the results of these surveys are about to be taken. In Porto, the Board of STCP is discussing proposals for a new network and tariff structure, and in Lisbon some of the public transport interchanges between the Metro and other heavy transport operators (railways and ferries) have been dimensioned according to projections based on the survey.

It is now almost 5 years since the initial Porto survey has been made, and an update is being considered, hopefully also to be covered by STCP. The sampling methodology proposed will be the juxtaposition of two layers: first, a subset of the 1992 sample, and second a new random stratified sample, dimensioned to fill the quotas of the different strata in each sampling unit.

The global size of the sample will be smaller, but we hope to get two possible complementary readings: not only a new global image of the mobility patterns of the surveyed area, but also a longitudinal reading of the evolution of mobility for the families surveyed twice. In the latter, we will account for ageing and for economic changes, and we believe this will strongly enhance our capability of producing reliable mobility projections for the next 10 years.

As before, we will most likely go on collecting trip data for only one person per family, but we hope to be capable of getting good information of all the persons of a relatively small percentage of the families surveyed (maybe 3% to 5% of the families), so that we can measure deviation of mobility patterns between actual families and the robot-families we create when the need for inter-personal effects arises.

In the case of Lisbon, we plan to develop a dedicated survey to the Visitor segment, which, given the much larger surveyed area, really means long-distance travellers. For that purpose, different methodologies will have to be adopted, since we will be dealing with infrequent trips, but our interest (and that of the Metro) continues to be the urban component of that mobility, at the destination city. This will probably be launched in autumn 1996 or spring 1997.

BIBLIOGRAPHY

AXHAUSEN KW, GARLING T (1992), Activity based approaches to travel analysis: Conceptual frameworks, models and research problems, *Transport Reviews,* 12.

BROEG W, MEYBURG AH (1983), Influence of survey methods on the results of representative travel surveys, *Transportation Research*, 17A.

FLAVIGNY PO, MADRE JL (1994), How to get Geographic Information from Household Surveys?, in International Association for Travel Behaviour Research (Ed.), *Proceedings of the 7th International Conference on Travel Behaviour*, Valle Nevado, Chile, pp. 619-629.

GROVES RM (1989), *Surveys Errors and Survey Costs*, John Wiley & Sons, New York.

TAYLOR MAP, YOUNG W, WIGAN MR (1992), Designing a large-scale travel demand survey: new challenges and new opportunities, *Transportation Research*, 26A.

VIEGAS J, GOMES F (1994), Mobility surveys in Lisbon and Porto: a comparative analysis of results, in International Association for Travel Behaviour Research (Ed.), *Proceedings of the 7th International Conference on Travel Behaviour*, Valle Nevado, Chile.

L'ENQUÊTE TÉLÉPHONIQUE ORIGINE-DESTINATION DE MONTRÉAL 1993

Philippe Dorland
Réalités Canadiennes/Canadian Facts, Montréal
Pierre Giard
Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal
Pierre Lavigueur
École Polytechnique de Montréal
Mario Pimpare
Service de la modélisation et des bases de données, STCUM, Montréal

1. PRÉAMBULE

Ce document constitue une synthèse d'informations extraites de trois présentations (8e Entretiens Jacques Cartier) traitant notamment de l'expérience montréalaise des enquêtes-ménages téléphoniques et plus spécifiquement de la plus récente de ces enquêtes, réalisée en 1993. Il offre un portrait multidimensionnel dans ses objets et dans ses perspectives, sous les angles :

a) du Ministère des transport du Québec, co-réalisateur avec la S.T.C.U.M., de la dernière enquête de 1993, fort concerné par les problématiques plurimodales de la mobilité dans la région de Montréal.

Référence : PIMPARÉ Mario, Spécificités de l'enquête Origine-Destination 1993 de la région de Montréal, déc. 1995.

b) de la société privée Réalités Canadiennes, engagée pour la réalisation des interviews dans le cadre de cette dernière enquête et ayant été préalablement impliquée dans des enquêtes similaires avec saisie directe.

Référence : DORLAND Philippe, Les déplacements urbains enquêtés au téléphone : expériences récentes à Montréal et Vancouver, déc. 1995.

c) d'une société de transport, la S.T.C.U.M., qui réalise des enquêtes téléphoniques de grande envergure depuis le début des années 1970 et a développé une longue tradition dans l'exploitation de leurs résultats.

Référence : GIARD Pierre, L'utilisation des enquêtes Origine-Destination dans le marketing du transport en commun, déc. 1995.

Cette synthèse comporte :

- Une **présentation de l'enquête téléphonique de 1993**
- Un portrait de quelques **spécificités de l'enquête 1993**
  - -Plan d'échantillonnage
  - -Description du territoire d'enquête
  - -Envoi d'une lettre explicative
  - -Saisie directe
    (paramètres d'environnement, bases de données, souplesse)
  - -Liste des informations recueillies
  - -Stratification a priori
  - -Stratification a posteriori
  - -Traitement des variables de contrôle
  - -Validation et géocodification des informations
  - -Impact de n'avoir qu'un seul répondant par ménage
- Quelques **usages théoriques et typiques des systèmes d'information dérivés**
  - -La perspective du Ministère des transports du Québec
  - -La perspective «Marketing» à la Société de transport de la CUM

2. L'ENQUÊTE TÉLÉPHONIQUE 1993

C'est dans un esprit de partenariat que le Ministère des transports du Québec et la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal ont réalisé conjointement l'enquête Origine-Destination de 1993 dans la grande région de Montréal. Il est d'une importance majeure de souligner la collaboration spéciale du groupe MADITUC de l'École Polytechnique de Montréal, de même que celles de la Société de transport de Laval (STL), de la Société de transport de la Rive-Sud de Montréal (STRSM) et des Commissions intermunicipales de transport (CIT) de la région métropolitaine de Montréal.

La firme Réalités canadiennes a été mandatée par le MTQ et la STCUM pour réaliser auprès de 62100 ménages l'enquête téléphonique, qui s'est finalement échelonnée du 14 septembre au 17 décembre 1993. Généralement, les interviews se déroulaient du mardi au vendredi de 17h00 à 21h30 -parfois même entre 13h00 et 16h30 afin de rejoindre des ménages systématiquement absents le soir- ainsi que le samedi de 13h00 à 18h00. L'interview, d'une durée moyenne de 12,8 minutes, portait sur l'ensemble des déplacements effectués durant la journée de semaine précédant le jour de l'appel. Tous les déplacements, peu importe le mode utilisé (automobile, transport collectif, vélo, marche etc), étaient relevés, permettant de brosser un portrait complet de la mobilité durant un jour moyen de semaine de l'automne 1993. L'opération de saisie a nécessité le travail de 50 enquêteurs et de 5 superviseurs. Les coûts directs de réalisation de l'enquête ont été estimés à 1,1M$.

3. SPÉCIFICITÉS DE L'ENQUÊTE 1993

3.1. Le plan d'échantillonnage

La population visée par l'enquête comprenait l'ensemble des personnes qui habitaient de façon permanente un logis du territoire d'enquête. Selon le recensement de Statistique Canada -organisme fédéral responsable des recensements au Canada-, ce territoire comportait une population de 3 278 442 personnes réparties en 1 292 780 ménages. La base de sondage utilisée était la liste des abonnés de la compagnie Bell Canada à numéro de téléphone non confidentiel. Or selon des études réalisées par Statistique Canada en 1993, les bases de sondage fondées sur des listes d'abonnés téléphoniques permettraient de rejoindre 97 % de la population totale, proportion qui est cependant diminuée à cause des numéros confidentiels.

3.2. Le territoire d'enquête (4000 km^2)

Il comprend 131 municipalités (entités géopolitiques reconnues, que Statistique Canada nomme subdivisions de recensement) dont la population varie entre 3 et 1 017 800 personnes. La Figure 1 (page suivante) illustre ce territoire.

3.3. Envoi postal d'une lettre explicative

Une lettre adressée à l'abonné du service téléphonique de Bell Canada était envoyée aux membres du ménage enquêté quelques jours avant l'entrevue téléphonique. Cette lettre avait pour but d'une part, d'expliquer le contexte de l'étude tout en rassurant les éventuels répondants de la confidentialité des informations recueillies, et d'autre part de motiver et d'encourager ces derniers à participer à l'étude.

Afin de sensibiliser tous les membres du ménage à l'importance de participer à l'enquête, il était suggéré de faire circuler la lettre à chacun des membres concernés et d'identifier un porte-parole pouvant fournir les informations relatives aux personnes du ménage et à leurs déplacements.

Près de 100 000 lettres, signées par le président de la STCUM et le ministre des transports du Québec, furent envoyées par lot de 12 000 et à intervalle de dix jours pendant toute la période de l'enquête. Cette démarche, visant une participation importante de la population, s'est avérée concluante puisque 70 % des ménages rejoints ont répondu favorablement à l'enquête, malgré l'accroissement de la fréquence à laquelle des organismes divers sollicitent leur participation à d'autres enquêtes

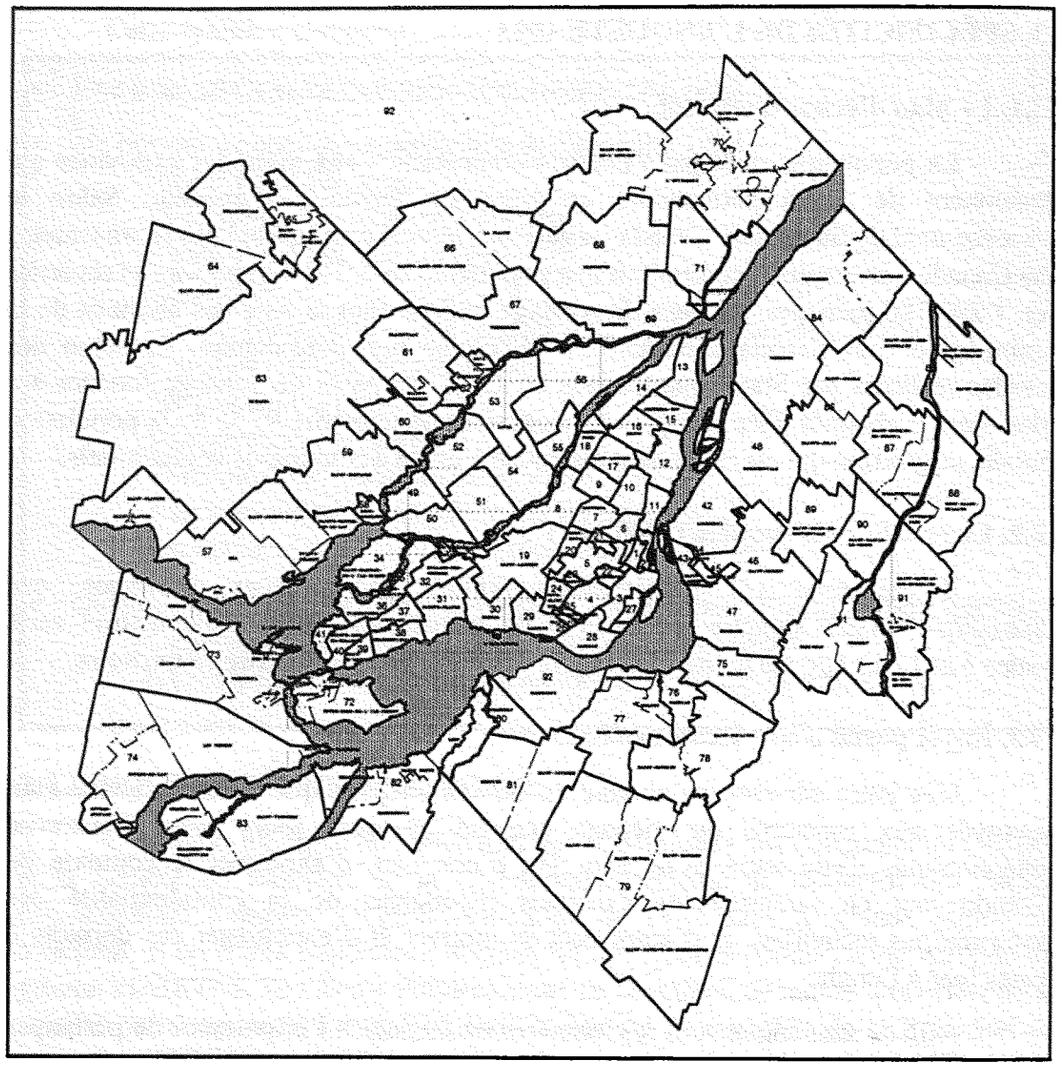


Figure 1 : Découpage municipal du territoire de l'enquête-ménages 1993

3.4. Saisie directe

La firme Réalités Canadiennes a effectué les interviews, forte d'une expertise développée à l'occasion d'autres enquêtes-ménages, à Vancouver notamment. Les interviews étaient réalisées par téléphone, avec saisie directe simultanée, sur ordinateur, des réponses obtenues. Les principaux avantages de procéder à une saisie directe des données lors des entrevues sont bien connus : rapidité de saisie et de traitement, gestion serrée de l'échantillon, de la qualité des données et des logiques parfois complexes des questionnaires. Pour le gestionnaire de l'enquête, on pourra ajouter le suivi du contrôle de la qualité (via écran-témoin et dispositif d'écoute téléphonique) et l'évaluation des performances et du rendement des enquêteurs.

3.4.1. Paramètres d'environnement

Afin d'assurer l'efficience de l'opération, sous la perspective des temps de réponse, les validations devaient s'effectuer presqu'instantanément. A cet effet, les bases de données nécessaires à la codification et à la validation devaient résider en mémoire vive ou sur disque, à condition que l'accès soit quasi instantané. Le logiciel devait fonctionner au minimum sur une trentaine de postes de travail simultanément et l'architecture était préférablement conçue autour d'un serveur central afin de permettre des mises à jour faciles des bases de données ou listes de références. L'expérience de Toronto en 1991 avec logiciel de saisie directe fonctionnant sur des postes de travail autonomes avec manipulation de disquettes complique la gestion du travail et constitue une source d'erreur potentielle.

Le logiciel de saisie directe utilisé à Montréal était en fait constitué de trois couches de produits :

QSL (Questionnaire Specification Language) - (Pulse Train Technology, Guildford, Angleterre) ;

le système d'interviews BELLVIEW (le client) - (Pulse Train Technology, Guildford, Angleterre) ;

la gestion des bases de données au moyen de programmes FORTRAN (le serveur) ;

QSL/Bellview fonctionne entre autres sur une plate-forme VAX. Le serveur était un VAX 3100 - 80 muni de 72 Mo. de mémoire vive et de 3 Go. d'espace disque, relié à 57 terminaux VT420 de Digital. Le système d'exploitation VAX VMS 5,5 était utilisé.

3.4.2. Bases de données

Sans entrer dans tous leurs détails, les bases de données périphériques permettaient notamment de procéder à une codification et à une validation interactives. Notamment :

lignes d'autobus et de métro, gares (900 entrées) ;
- > augmenter la précision, faciliter la tâche de saisie.

lignes de transport en commun (8000 entrées) ;
- > valider en temps réel les séquences de lignes.

paires de municipalités séparées par un cours d'eau (16000 entrées) ;
- > déterminer si une question supplémentaire sur le pont emprunté devait être posée.

générateurs de déplacements (6000 entrées) ;
- > faciliter la saisie et à augmenter la précision pour écoles, hôpitaux, employeurs.

3.4.3. Souplesse de l'utilisation

Le logiciel de saisie devait être un instrument souple assurant une navigation adéquate à l'intérieur d'une cueillette complexe (cas extrême : un ménage de 12 personnes ayant effectué 55 déplacements). Des chaînes complexes impliquant souvent plusieurs personnes d'un même ménage devaient pouvoir être enregistrées rapidement, pour ne pas abuser de la patience des personnes interviewées. Des fonctions applicables aux références spatiales (copie du domicile, de la destination précédente, d'une autre référence déjà utilisée) ou aux déplacements (copie, insertion, inversion d'un déplacement -retour au domicile ou ailleurs-) avaient été intégrées.

3.5. Les informations recueillies

Le choix des variables à relever dépend des multiples objectifs de l'enquête. L'enquête de 1993 recueillait celles du Tableau 1 (page suivante), qui constitue un ensemble permettant de caractériser chaque déplacement (spatialisation, motif et modes, heures et détails variant selon le contexte (ponts, stationnement, lignes, gares, stations etc) et, de manière relativement grossière -quoique fondée sur des variables déterminantes des comportements-transport (âge, sexe, possession automobile, taille du ménage, permis de conduire)- la personne et le ménage associés au déplacement.

3.6. Stratification a priori

Quatre-vingt-onze secteurs municipaux ont été créés, en respectant les critères suivants :

a) les municipalités trop petites sont agrégées afin de former un secteur municipal ;

b) certaines municipalités de taille moyenne constituent directement un secteur municipal ;

c) les grandes municipalités seront scindées en secteurs formés chacun d'un groupe de secteurs de recensement.

Le secteur de recensement de Statistique Canada est un découpage plus fin des municipalités incluses dans la région métropolitaine de recensement. Ainsi, la création des secteurs municipaux sur la base des secteurs ou des subdivisions de recensement assure une fusion et une intégration des résultats d'enquête aux ensembles de données produites par Statistique Canada, permettant de valider ou de raffiner les études fondées sur les enquêtes-ménages.

NIVEAU D'INTERVENTION	INFORMATION RECUEILLIE
1. LE MÉNAGE	Vérification du numéro de téléphone
	Confirmation de réception de la lettre
	Vérification d'adresse et de code postal
	Nombre de personnes du ménage
	Nombre de personnes de 5 ans et plus du ménage
	Nombre de véhicules du ménage
	Date et heure de l'interview
2. LA PERSONNE	Numéro de la personne
	Âge
	Sexe
	Permis de conduire
3. LE DÉPLACEMENT	Numéro du déplacement
	Origine (adresse et municipalité)
	Destination (adresse et municipalité)
	Motif
	Heure de départ
	Heure de retour au domicile
	Moyens de transport empruntés
	Lignes de transport en commun empruntées
	Stations d'entrée et de sortie
	(...si le métro est emprunté)
	Gares d'entrée et de sortie
	(...si le train de banlieue est emprunté)
	Conducteur ou passager
	(...si l'automobile est empruntée)
	Point de jonction
	(...si mode privé et mode public empruntés)
	Stationnement -gratuit, payant, employeur-
	(...si Conducteur)
	Pont emprunté (...si cours d'eau traversé)
	Point d'entrée/de sortie du territoire
	(...si l'origine ou la destination
	est située à l'extérieur du périmètre enquêté)
	Possibilité d'usage d'un véhicule privé
	(...si le transport collectif est utilisé)

Tableau 1 : Variables relevées - région de Montréal, enquête-ménages OD 1993

3.7. Stratification a posteriori

L'estimation établit la relation entre l'échantillon final, résultant des entrevues et du traitement de l'information, et la population totale. Elle s'effectue par le poids d'échantillonnage, soit l'inverse de la probabilité de sélection de chaque unité d'enquête, ou le nombre d'unités dans la population que représente chaque unité de l'échantillon final. En général, une stratification a posteriori est nécessaire dans les enquêtes sur les ménages afin de contraindre les estimations de variables importantes au respect de totaux supplémentaires tirés de sources démographiques.

En accord avec des études réalisées par Statistique Canada (portant spécifiquement sur la méthode d'échantillonnage utilisée pour les enquêtes-ménages) et démontrant une sous-représentation des ménages de faible taille et particulièrement de ceux sans enfant, il a été remarqué que 22,2 % des ménages de l'échantillon comportaient une seule personne, pour une fréquence théorique de l'ordre de 24,3 %. Les écarts observés entre échantillon et fréquences attendues par cohorte sont illustrés au Tableau 2.

3.8. Variables de contrôle

Étant donnée l'importance des variables d'âge et de sexe dans les étapes de stratification a posteriori, une priorité leur était accordée. Il faut souligner que, pour les cas de personnes réticentes à fournir leur âge exact, l'enquêteur proposait des groupes d'âge compatibles aux opérations de pondération ; il obtenait alors une réponse dans 90 % des cas. Une imputation des variables âge et sexe a été nécessaire pour les quelques centaines de cas restants.

	Distributions théoriques		Distributions échantillonnales	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
0-19 ans	25.0 %		26.8 %	
20-34 ans	13.0 %	13.1 %	12.1 %	12.5 %
35-49 ans	11.2 %	11.7 %	12.2 %	12.9 %
50-64 ans	7.1 %	7.6 %	7.0 %	7.4 %
65 ans et plus	11.3 %		9.1 %	

Tableau 2 : Écart entre les distributions théoriques et échantillonnales

3.9. Validation et géocodification des informations

Les cruciales activités de validation et de géocodification des informations visaient à synthétiser les informations saisies et ont requis une présence continue de personnes ressources de même que le développement de nombreux outils informatiques.

Ainsi, la géocodification des informations consistait à associer à chaque lieu géographique (domicile, origine, destination, jonction) de chaque déplacement une référence spatiale (coordonnée X-Y) basée sur les 100 000 codes postaux (en milieu urbain : un code postal par côté d'îlot) du territoire d'enquête. Des dictionnaires associant les types de réponses obtenues (intersection la plus proche, générateur, adresse) aux codes postaux ont été montés et se sont enrichis au fur et à mesure du traitement de l'enquête, chaque nouvel élément étant codifié une seule fois, puis intégré aux bases de données.

En validation, de nombreux filtres multidimensionnels ont été appliqués en vue d'évaluer la cohérence des informations saisies au niveau du déplacement, de la personne et du ménage. Les itinéraires de transport collectif ont pour leur part fait l'objet d'analyses spécifiques, centrées sur les distances de marche et la connexité des lignes déclarées.

3.10. Impact de n'avoir qu'un seul répondant

Historiquement, un seul répondant était désigné pour fournir les renseignements de chacune des personnes de son ménage ; ce répondant correspondait généralement à l'abonné inscrit au fichier de Bell Canada ou encore à l'adulte qui consentait à répondre au nom des autres personnes de son ménage. Cette façon de faire se justifie par le fait qu'il est parfois difficile, voire impossible, de parler à plus d'une personne d'un même ménage.

Il est bien connu que les déplacements tels que rapportés par une autre personne sont souvent sous-estimés. Afin de mieux évaluer l'impact de cette réalité, nous avons tenté, lorsque possible, de parler à une deuxième personne du ménage. Cette deuxième personne devait être âgée de plus de 15 ans, être présente au domicile au moment de l'appel et accepter de fournir les renseignements relatifs à ses propres déplacements. Cette initiative a permis de parler à une deuxième personne d'un même ménage dans 9 690 cas (environ 16 % des ménages).

Des taux de déplacements ont été mesurés pour trois catégories de personnes (le porte-parole -celui qui fournit les renseignements sur toutes les personnes sauf le deuxième répondant-, le deuxième répondant et les autres personnes. Le Tableau 3 illustre ces taux par cohorte d'âge, démontrant le net écart entre les deux premières catégories et la troisième. La différence entre les taux du porte-parole et ceux du deuxième répondant s'expliquent en partie par la plus grande proportion dans la première catégorie, des femmes, dont on sait les taux de mobilité plus faibles que ceux des hommes.

Les analyses préliminaires réalisées à ce jour tendent à démontrer que la sous-estimation des déplacements de la troisième catégorie est liée en partie à la période de la journée (déplacements intermédiaires effectués durant la journée, entre les périodes de pointe du matin et du soir). Le motif du déplacement est aussi corrélé à cette sous-estimation, les déplacements pour motifs réguliers (travail et étude)

étant généralement mieux connus des autres membres du ménages que les autres déplacements.

Groupes d'âges	*Catégorie de personnes*		
	Porte-parole	*Deuxième répondant*	*Autres*
5-14	-	-	2,84
15-24	3.13	3.11	2.35
25-34	3.36	3.53	2.25
35-44	3.45	3.75	2.44
45-54	3.14	3.47	2.19
55-64	2.64	3.23	1.77
65 et plus	2.11	3.13	0.64
	3.02	3.38	2.31

Tableau 3 : Écart entre les distributions théoriques et échantillonnales

4. UTILISATION/CONTEXTE D'UTILISATION DES RÉSULTATS D'ENQUÊTE-MÉNAGES

4.1. La perspective du Ministère des transports du Québec

La mission majeure du Ministère des Transports du Québec est celle d'assurer, sur l'ensemble du territoire québécois, la circulation des personnes et des marchandises par le développement, l'aménagement et l'exploitation des infrastructures et systèmes de transport. Pour s'acquitter d'une partie de son mandat, le Ministère contribue, tant financièrement que techniquement, à la réalisation d'enquêtes Origine-Destination de déplacements dans les grands centres urbains du Québec. Ces enquêtes habituellement réalisées tous les cinq ans s'avèrent très onéreuses d'où l'avantage pour les parties concernées (sociétés ou organismes de transport, le Ministère etc) de se regrouper pour les réaliser. L'apport des données issues de ces enquêtes s'avère d'une grande importance dans la réalisation de différents types d'études, notamment :

- études relatives au développement des plans de transport des régions urbaines du Québec ;
- études descriptives visant à caractériser la demande en transport (segments de marchés, plans de financement...) ;
- études comparatives d'enquêtes successives en vue de faire ressortir les tendances lourdes dans l'évolution des comportements de déplacements permettant la mise à jour du modèle prévisionnel de demande ;
- études d'opportunités liées à l'utilisation des réseaux :

. production de matrices ou fichiers de déplacements nécessaires aux modèles agrégés et désagrégés d'affectation sur les réseaux routiers et de transport en commun ;

. analyses qui gravitent autour de ces modèles (transfert modal, consommation énergétique et émissions de polluants...) ;

. considération et traitement adéquat des déplacements bimodaux (mode privé et mode public) ;

. meilleure connaissance du mode «auto passager» permettant de déduire les matrices de covoiturage.

4.2. La perspective «Marketing» à la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal

Depuis plus de 25 ans, la réalisation à grande échelle d'enquêtes-ménages est bien intégrée au processus de planification de la S.T.C.U.M., dans ses applications classiques bien connues des analystes. Or, ce n'est que graduellement, au fil de l'émergence du marketing à la S.T.C.U.M., que les systèmes d'informations fondés sur les enquêtes-ménages ont été mis à profit aux fins propres de l'élaboration de stratégies de mise en marché.

A la S.T.C.U.M., le marketing a longtemps été considéré comme une activité périphérique du transport en commun, consistant essentiellement à organiser des campagnes promotionnelles et publicitaires ou à produire des outils d'information à la clientèle. Le Service du marketing avait peu d'influence sur la définition des orientations stratégiques de l'entreprise ou sur la planification du service livré à la clientèle. À la fin des années 80, les planificateurs sont devenus plus conscients de la situation concurrentielle dans laquelle évoluait la S.T.C.U.M., à la faveur notamment des pertes d'achalandage révélées par l'enquête-ménages de 1987. Ce constat a favorisé l'émergence d'une approche marketing plus agressive et mieux intégrée aux activités centrales de l'entreprise.

Le marketing intégré

Sommairement, l'objectif du marketing est de conquérir, de conserver et de satisfaire des clients afin de supporter l'entreprise dans l'atteinte de ses objectifs et de sa mission. Pour jouer pleinement son rôle, le marketing doit être présent à plusieurs moments dans la conception et la livraison du service offert aux clients par l'entreprise. Essentiellement, la compréhension du marché des déplacements et des besoins de la clientèle doit :

- s'intégrer à des processus efficaces de développement et de livraison du service, afin de produire un service de qualité ;
- permettre une communication efficace avec le client, afin d'assurer que la qualité de service est perçue par le client.

L'utilisation des enquêtes-ménages s'intègre à ces processus, sous forme d'outil stratégique pour :

1. établir le portrait du marché des déplacements,
2. comprendre les besoins des clients,
3. concevoir et évaluer les services.

4.2.1. Établir le portrait du marché des déplacements et de la performance du transport en commun

Outre leur indéniable potentiel d'exploitation fine et désagrégée, les enquêtes-ménages conservent toujours leur capacité à illustrer les grandes tendances agrégées de l'évolution du transport collectif. La Figure 3, typique, révèle la diminution de la part de marché de la S.T.C.U.M. depuis 1982 dans la région de Montréal. Sur une période de 11 ans, des mesures compilées aux enquêtes de 1982, 1987 et 1993 montrent que la part modale de la S.T.C.U.M. en pointe du matin diminue sur l'ensemble du territoire, la mesure utilisée étant l'usage du transport collectif par les résidants de chacun des 66 secteurs municipaux découpant la région. De fait, même le château fort de la S.T.C.U.M., la ville centrale où la part de marché excède 50 %, rétrécit rapidement. Notons cependant qu'il s'agit bien de part modale et non d'achalandage, l'essor fulgurant de l'automobile dans le marché des déplacements accentuant la chute relative du transport en commun durant cette période.

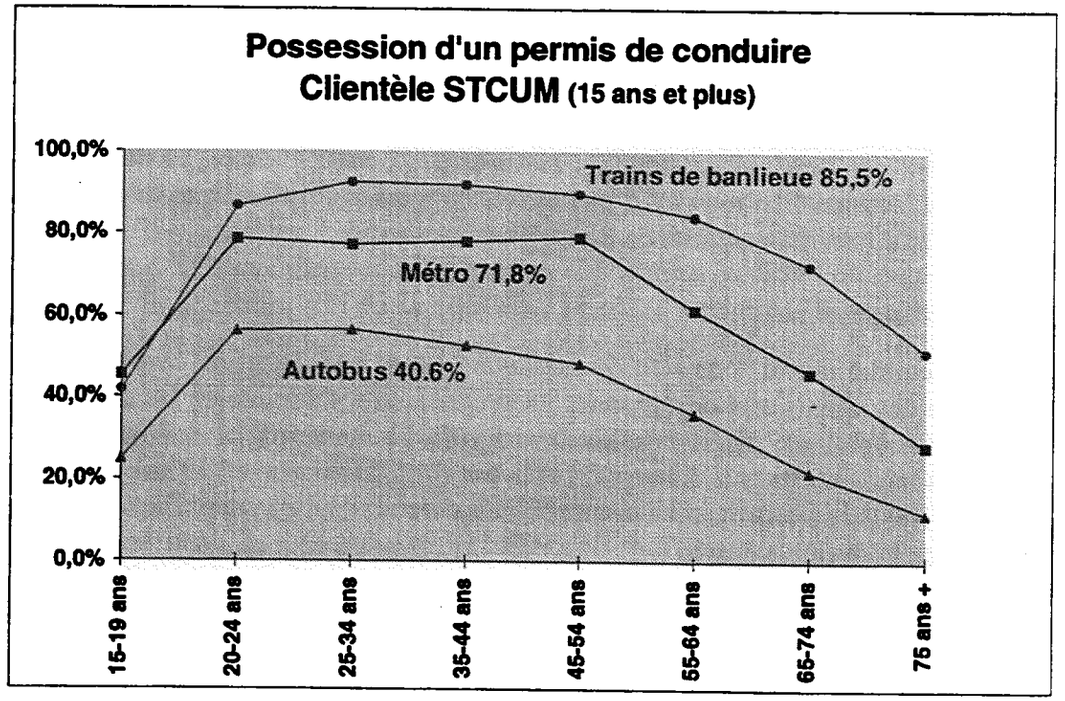


Figure 2 : Motorisation des clientèles selon l'usage des sous-modes à la S.T.C.U.M.- automne 1993

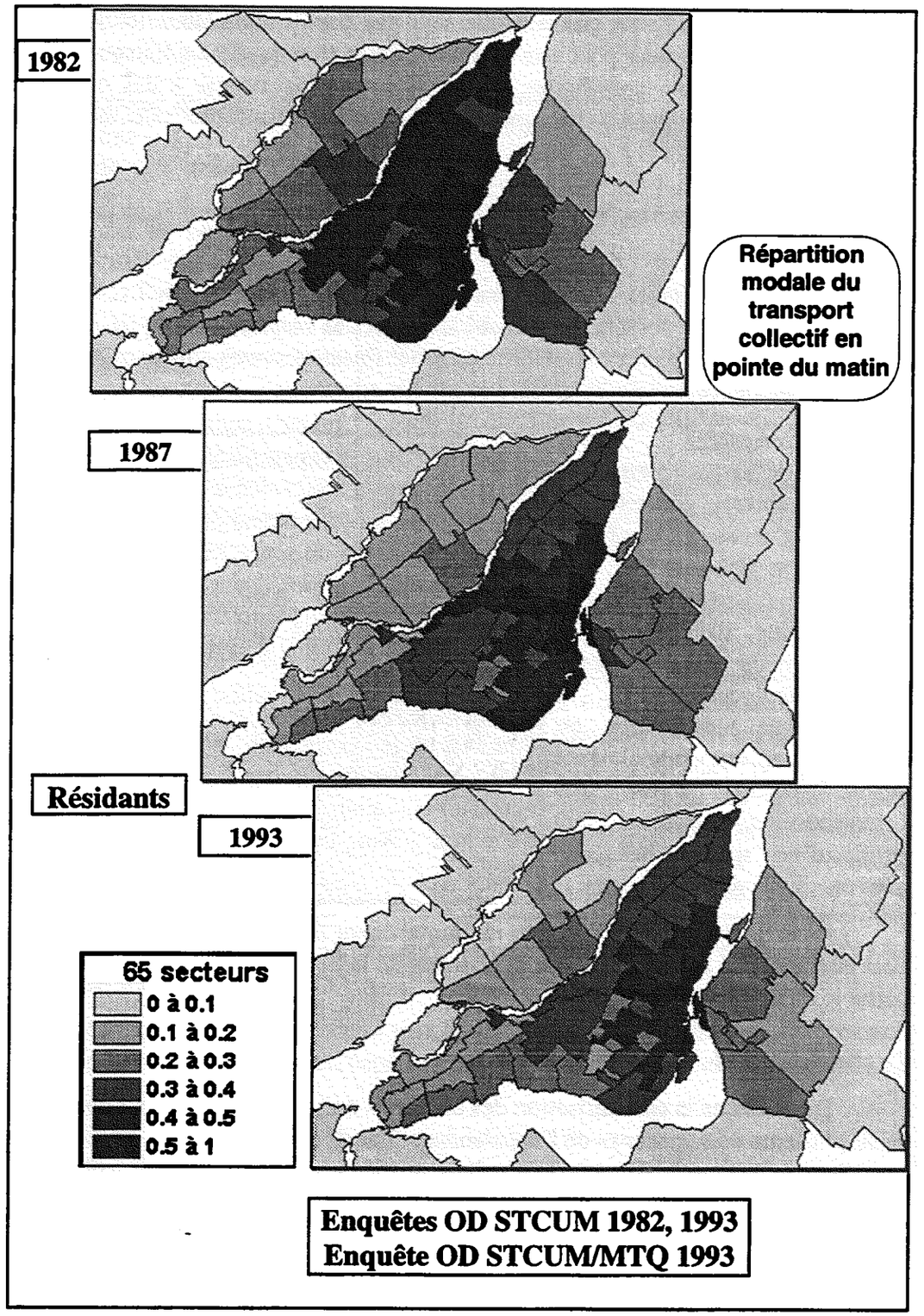


Figure 3 : Évolution de la part modale du transport collectif des résidants en pointe du matin, de 1982 à 1993

La Figure 2 illustre quant à elle une des perspectives sous lesquelles la clientèle d'un transporteur peut être analysée. On y comprend que les sous-modes ont des clientèles bien spécifiques, l'autobus étant plus associé à des clientèles locales captives tandis que les trains de banlieue attirent des clientèles plus motorisées.

4.2.2. Comprendre les besoins des différents types de clients du transport en commun

L'enquête-ménages permet de caractériser les «clients» de la S.T.C.U.M. : le client actuel, le client potentiel, le client exprimant des besoins spécifiques, le client institutionnel ou le client générateur. Les prochaines rubriques illustrent quelques éléments descriptifs de ces clientèles, extraits des enquêtes.

Le client-type actuel

L'analyse désagrégée permet de pallier au reproche généralement adressé aux méthodes classiques aveuglément agrégées : elle met en place une caractérisation fine de la mobilité, mais encore plus des clientèles la générant. «Méthodologiquement», le processus de planification est entraîné, par une connaissance mieux éclairée, vers des interventions adaptées tirant profit d'un spectre beaucoup plus étendu de préoccupations.

L'usager-type de la STCUM

La personne: une femme adulte (âge moyen de 37 ans), occupant un emploi, ayant un permis de conduire mais ne possédant pas de voiture.
Son ménage: elle provient d'un ménage de deux ou trois personnes ayant à sa disposition une (1) automobile.
Son déplacement typique: il s'effectue entre le domicile et le centre-ville, pour motif travail. Une ligne d'autobus et une ligne de métro sont empruntées, pour parcourir une distance d'environ 8 km, vers 8h00 (avec retour vers 17h00).

La caractérisation ci-jointe du mythique client moyen, bien que caricaturale, peut être associée à près de 5 % de la clientèle de la S.T.C.U.M. et explique déjà en partie le choix modal effectué.

Le client potentiel

Dès lors que la caractérisation des clientèles du transport collectif a permis de saisir plusieurs «dimensions» de l'achalandage, l'analyse des personnes se déplaçant par d'autres modes mais présentant des caractéristiques similaires à celles des usagers TC peut mener à l'identification d'éventuels clients, que des services du type de ceux actuellement offerts pourraient intéresser.

Ces analyses, couplées avec une fine spatialisation des origines et destinations des déplacements effectués, mettent en relief les secteurs qui semblent mieux desservis et ceux qui le sont moins ; une analyse de réseau aura tôt fait de détecter les forces et faiblesses de la desserte actuelle, ce processus pouvant

conduire à la définition d'aménagements alternatifs susceptibles de faire l'objet d'études subséquentes plus détaillées.

Les clientèles et leurs besoins spécifiques

L'analyse désagrégée permet d'enrichir le processus décisionnel en adjoignant des critères fort diversifiés ; elle est susceptible de complexifier des débats qui, autrement, se borneraient trop souvent à de strictes évaluations de bénéfices et de coûts (basées sur des temps de déplacements mesurés sur l'achalandage total et sur la mesure de ressources engagées).

Des clientèles comme les personnes âgées expriment généralement des besoins difficiles à combler par d'autres modes que le transport collectif, et qu'une analyse agrégée ne permettrait pas d'isoler. Le mandat de la STCUM consistant aussi à assurer un niveau d'accessibilité intéressant pour des clientèles captives, il bénéficie aussi des traitements désagrégés fondés sur les enquêtes-ménages.

La clientèle âgée de la STCUM

- **8,3% de la clientèle S.T.C.U.M.** (100 000 dépl./jour)
- **Personnes:** femmes (67%), sans automobile (87%) clientèle locale(95% résident sur la CUM)
- **Déplacements:** plus courts (5,6 km en moyenne) peu de correspondances (50% utilisent une (1) seule ligne) surtout en autobus (60%), peu en métro pour magasinage (45%), loisir (12%), visite d'amis (11%) et santé (9%)
- **Générateurs:** 9 des 10 plus importants générateurs sont des centres commerciaux, qui attirent à eux seuls près de 17% de cette clientèle.

Notre plus « sage » client selon l'enquête OD: une dame de 94 ans vivant seule, ne possédant ni automobile ni permis de conduire, ayant effectué pour motif magasinage un déplacement de 350m sur une (1) ligne d'autobus, un vendredi matin entre 10h00 et 11h00.

La Figure 4 montre pour sa part la distribution temporelle des déplacements des personnes âgées, nettement déphasée par rapport à celle de l'usager moyen.

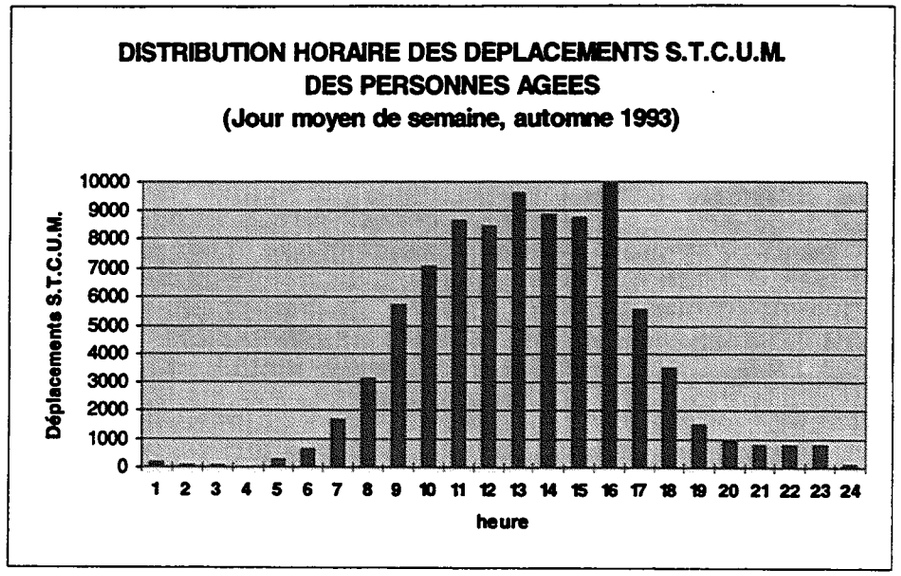


Figure 4 : Distribution temporelle des déplacements des personnes âgées sur le territoire de la S.T.C.U.M.

Les clients institutionnels

Dans la perspective où les municipalités de la Communauté urbaine de Montréal constituent les actionnaires de la STCUM, elles doivent aussi être considérées comme clients. Leurs besoins sont plus systémiques, mais relèvent de la gestion des déplacements sur leur territoire ; les besoins de mobilité des résidants (même extra-territoriaux) tout autant que la desserte des générateurs de leur territoire créent une trame complexe nécessitant coopération et concertation, d'autant que ces autorités sont généralement responsables de la circulation automobile.

Municipalité de Saint-Laurent

- Ses **résidants** effectuent 25000 dépl./jour
  ...dont 7000 vers le Centre-ville
  ...dont 7000 internes à la municipalité
- Plus de 20000 dépl. provenant de l'extérieur de la municipalités y sont amenés par la **S.T.C.U.M.**, notamment vers ses principaux générateurs:

Générateur	*Type*	*Volume STCUM*
CEGEP Vanier	Enseignement	4400
CEGEP St-Laurent	Enseignement	2900
Place Vertu	Centre d'achats	2500

Les chiffres de l'encadré soulignent, encore à titre exemplaire, quelques-unes des dimensions collées aux préoccupations des administrations municipales. Les usages à ce titre des enquêtes-ménages sont aussi multiples que diversifiés : mesure de la «population de jour» d'une municipalité pour la distribution des effectifs policiers ou autres etc.

Le client «générateur»

Le réseau de transport collectif dessert la plupart des générateurs importants de son territoire, donnant ainsi accès à des centres commerciaux, des centres d'affaires, des hôpitaux, des collèges et des universités etc. Des dix plus importants clients générateurs de la STCUM, six sont des établissements d'enseignement et quatre de grands ensembles multifonctionnels (commerces et bureaux). La répartition spatiale de ces générateurs est illustrée à la Figure 5.

Principaux générateurs desservis par la S.T.C.U.M.

Un usager sur 12 de la STCUM se destine à l'un des 10 principaux générateurs suivants:

Générateur	*Type*	*Volume STCUM*
Centre Eaton (CV)	Grand ensemble	10950
Complexe Desjardins	Grand ensemble	7500
Plaza Alexis-Nihon	Grand ensemble	6050
Collège Dawson	Enseignement	5450
Université de Montréal	Enseignement	4950
CEGEP du Vieux-Mtl.	Enseignement	4900
CEGEP Maisonneuve	Enseignement	4650
Université Concordia	Enseignement	4450
Place Ville-Marie	Grand ensemble	4450
CEGEP Vanier	Enseignement	4400

L'analyse du plus gros générateur met en relief l'importance de la desserte en transport collectif pour la vitalité de ses activités. Le Centre Eaton est situé au coeur du centre-ville de Montréal, sur la plus grande artère commerciale -la rue Sainte-Catherine- et est relié directement par souterrain à la station McGill, la plus fréquentée du réseau. De plus, via le réseau piétonnier souterrain qui s'est graduellement greffé au réseau du métro, l'usager a accès à plusieurs centres d'activité névralgiques à l'abri de nos aléas climatiques...

Or, selon l'enquête-ménages de l'automne 1993, près de 13 700 déplacements motorisés s'y dirigent durant un jour moyen de semaine. Parmi ceux-ci, près de 70 % arrivent en métro et, en incluant l'autobus ou le train, la part modale du transport collectif atteint 81,5 %.

De tous les déplacements vers le Centre Eaton, 70 % ont pour motif le magasinage, 13 % le travail et 17 % d'autres motifs. La part modale du transport collectif est plus importante pour les acheteurs (87 %) que pour les travailleurs (78 %).

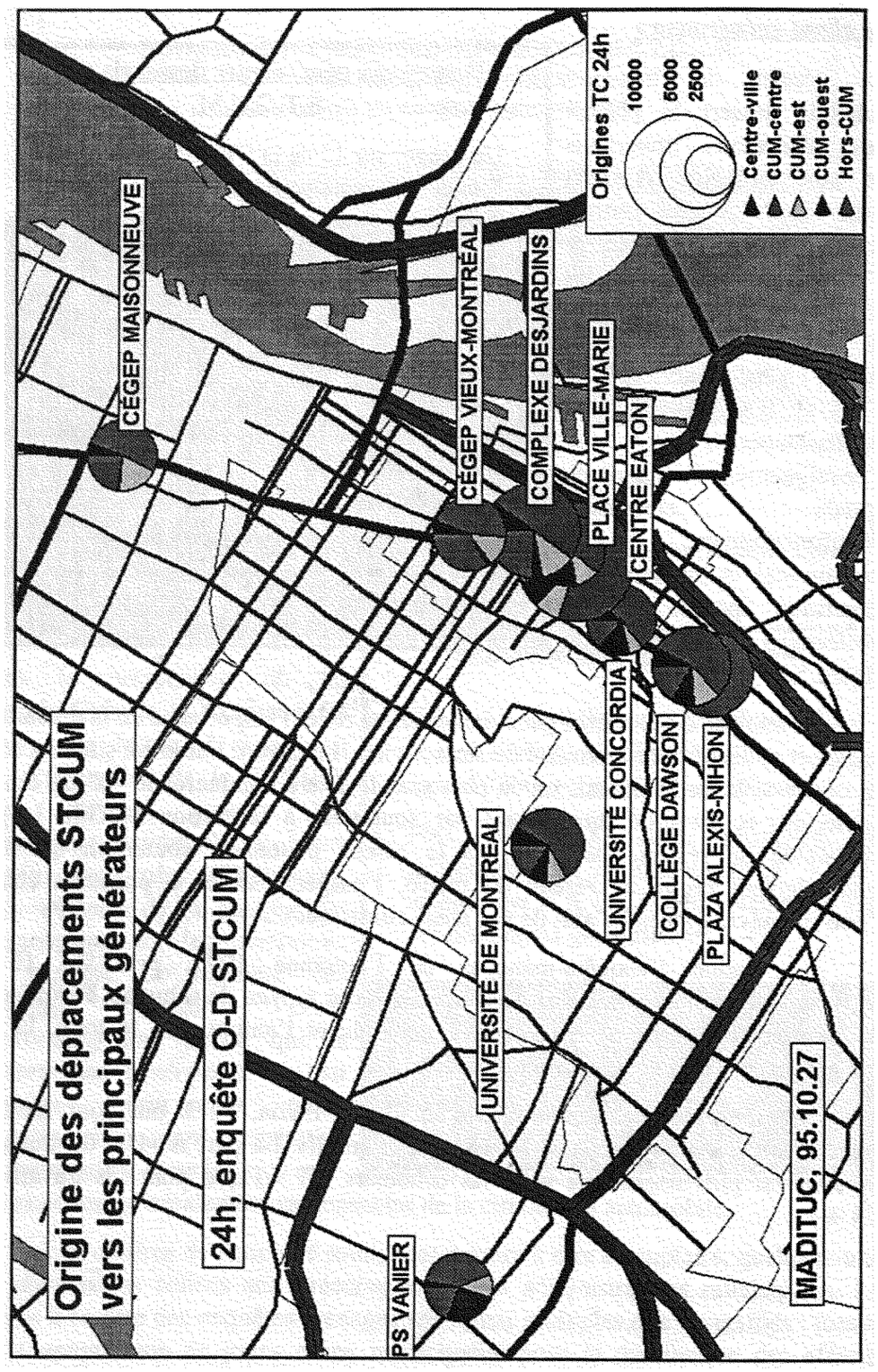


Figure 5 : Les 10 grands générateurs desservis par la STCUM, et leurs bassins d'attraction respectifs

4.2.3. Évaluer des projets de développement de service

L'évaluation de grands projets d'infrastructures de transport en commun constitue un usage plus traditionnel des enquêtes-ménages à la S.T.C.U.M. La méthodologie utilisée à la S.T.C.U.M. se fonde sur un processus suivi de calibration des modèles de simulation de la demande :

A - Obtention, à chaque nouvelle enquête-ménages, pour les déplacements effectués en transport collectif :
- d'une localisation précise de l'origine ;
- de la séquence des numéros de lignes (autobus, métro ou train) déclarée à l'enquête ;
- d'une localisation précise de la destination.

B - Codification du réseau MADITUC de transport collectif contemporain de l'enquête.

C - Validation par MADITUC des informations déclarées :
- distance de marche entre la première ligne empruntée et l'origine,
- distance de marche entre la dernière ligne empruntée et la destination,
- connexité des lignes empruntées.

D - Conversion par MADITUC des déplacements valides en itinéraires décrits compatibles avec ses procédures d'affectation (déduction des points d'accès et de correspondance).

E - Simulation MADITUC avec une fonction d'impédance sophistiquée des déplacements (Origine et Destination) pour obtenir des itinéraires simulés.

F - Comparaison totalement désagrégée des itinéraires décrits (déduits des réponses de l'enquête) et des itinéraires simulés (selon la fonction d'impédance utilisée). Individuellement, le cheminement simulé pour chaque déplacement est comparé (numériquement et visuellement) au cheminement que chaque répondant de l'enquête a déclaré avoir emprunté. L'analyse des itinéraires simulés qui n'ont pas été bien reproduits par le module de simulation (spatialisations, analyses des origines, destinations, motifs, heures, lignes, correspondances, accès etc, caractérisation des personnes...) permet d'affiner la calibration de la fonction d'impédance.

G - Codification de variantes de réseaux à étudier et simulation de la demande avec la fonction d'impédance calibrée

Les résultats obtenus quantifient les achalandages critiques requis pour la détermination des niveaux de service, des dimensions du parc de véhicules et des infrastructures (stations de métro et aires de garages et d'entretien...).

5. CONCLUSION

Ce document a permis de brosser un portrait à la fois :

- des principaux objets de l'enquête-ménages réalisée en 1993 dans la région de Montréal ;
- de certains aspects méthodologiques reliés aux opérations de saisie, de codification et de validation ;
- du contexte d'utilisation de ces informations au Ministère des transports du Québec, et ;
- du lien entre les enquêtes et les orientations marketing à la Société des transports de la Communauté urbaine de Montréal.

Il met en lumière notamment l'intégration des procédures et des technologies modernes et les avantages qui en résultent. Ces derniers sont organisationnels, mais aussi et peut-être surtout ont des effets sur la nature et la qualité des informations recueillies. La dernière enquête-ménages téléphonique 1993 dans la région de Montréal a ainsi été réalisée avec saisie directe au moment de l'entrevue ; de ce fait, plusieurs filtres de validation étaient aussitôt appliqués, permettant une rétroaction directe afin de corriger une mauvaise entrée ou de faire préciser une information incorrecte ou incomplète. Plusieurs caractéristiques méthodologiques associées à ce type d'enquête (envoi d'une lettre explicative, informations recueillies, représentativité et stratification, variables de contrôle, géocodification etc) ont aussi été explicitées.

D'autre part, les deux principaux réalisateurs de cette enquête, le Ministère des transports du Québec et la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal ont présenté quelques utilisations typiques des systèmes d'information dérivés des enquêtes-ménages. Pour le premier, une description succincte de l'intégration des produits de l'enquête à la réalisation de sa mission a été proposée. La STCUM, où une tradition dans l'exploitation des résultats d'enquête s'est développée depuis plus de 25 ans, a proposé une démonstration d'une perspective marketing de l'usage des enquêtes-ménages. Il y est notamment démontré que, couplés à une approche de type totalement désagrégée, les systèmes d'informations des enquêtes-ménages peuvent révéler la mobilité urbaine sous une perspective qui permet d'enrichir le processus de planification.

BIBLIOGRAPHIE

ALEXANDER CH (1987), Une classe de méthodes utilisant des chiffres de population dans la pondération des ménages, dans *Techniques d'enquête*, une publication de Statistique Canada, Vol. 13, N° 2, Ottawa, pp. 193-209.

ALLARD B, CHAPLEAU R (1988), Méthodes interactives sur micro-ordinateur de codification et de validation d'une enquête O-D, *23e congrès annuel de l'AQTR*, Montréal, mars 1988.

BONNEL P, LE NIR M, NICOLAS JP (1994), *Les enquêtes déplacements urbains : réflexions méthodologiques sur les enquêtes-ménages et les enquêtes régionales origine destination canadiennes*, Laboratoire d'économie des Transports, ENTPE, Université Lumière Lyon 2, 133 p.

COCHRAN WG (1977), *Sampling Technique*, 3e édition, John Wiley and Sons, New-York, 428 p.

DORLAND P (1995), (Réalités Canadiennes/Canadian Facts), Les déplacements urbains enquêtés au téléphone : expériences récentes à Montréal et Vancouver, *Huitièmes entretiens du Centre Jacques Cartier*, Lyon, 6-8 décembre 1995, 18 p.

GIARD P (1995), L'utilisation des enquêtes Origine-Destination dans le marketing du transport en commun, *Huitièmes entretiens du Centre Jacques Cartier*, Lyon, 6-8 décembre 1995, 19 p.

GIRARD, BROUSSEAU, PIMPARÉ, BLANC, ALLARD, TRÉPANIER, CHAPLEAU (1994), Enquête O-D de Montréal de 1993 : une réalisation technico-collective, *29e congrès de l'AQTR*, Salaberry-de-Valleyfield, avril 1994.

LEMAÎTRE G, DUFOUR H (1987), Une méthode intégrée de pondération des personnes et des familles, dans *Techniques d'enquête*, une publication de Statistique Canada, Vol. 13, N° 2, Ottawa, pp. 211-220.

PIMPARÉ M (1995), Spécificités de l'enquête Origine-Destination 1993 de la région de Montréal, *Huitièmes entretiens du Centre Jacques Cartier*, Lyon, 6-8 décembre 1995, 15 p.

SARNDAL CE (1993), *Model Assisted Survey Sampling*, Springer-Verlag, New-York, 694 p.

STATISTIQUE CANADA (1992), *Divisions et subdivisions de recensement*, chiffres de population et de logements, catalogue informatisé 93-3040, Statistique Canada, Ottawa.

POTENTIAL OF CANADIAN CENSUS DATA TO COMPLEMENT TRAVEL SURVEYS

David Kriger
DELCAN Corporation, Ottawa

1. INTRODUCTION

1.1. Purpose

This paper examines two issues:

1. the potential of Census data to complement travel origin-destination (O-D) surveys in modelling and analysis in Canada;
2. the potential of the Census to serve as a national framework for transportation data collection and analysis.

O-D surveys obviously provide the more accurate and complete depiction of observed travel behaviour. However, surveys -and the models which are based upon them- cannot account for all of the issues and relationships that currently are of interest to decision-makers.

The central argument of this paper is that the Census data should have a broader, complementary role in modelling and analysis. To date, this role has been limited mainly to the verification of expanded O-D survey results. However, there are significant methodological and practical obstacles to expanding the application of the Census data.

1.2. Relevance: Old Issues, New Needs

The potential of the Census data in transportation modelling and analysis has been examined previously, with limited practical result. However, there are critical differences between previous efforts and the current situation. Several factors beyond the purview of planners have combined to compel the community increasingly to exchange data and information, instead of gathering unique data (such as surveys) for each situation. Five of these factors are:

1. significant constraints to governmental spending, which are not simply temporary aberrations but which, more properly, reflect fundamental changes to the structure of government and its role as the main provider of transportation services;
2. greater planning emphasis upon the modification or management of travel demand, rather than the more traditional approach of providing supply to meet projected demand. An obvious motivation is the lack of funds, but increasing public desires to meet transportation needs in the context of environmental and «quality-of-life» goals also are important factors. Recent initiatives, in particular the 1991

Intermodal Surface Transportation Efficiency Act (ISTEA) in the United States, address demand in this way;

3. the changing economic structure of the country which, increasingly, requires once-isolated urban economies to be considered in an integrated manner. There is a growing need to explain urban issues in terms of the provincial, national and international forces that drive them;

4. the increasing importance of economic factors as direct determinants of travel demand. This, coupled with the resultant irrelevance of geo-political boundaries in the demand for and provision of transportation services, requires that data be available and transferable among jurisdictions;

5. the popular availability of powerful individual computers, coupled with multi-media electronic information exchange technologies. These simplify and encourage the rapid dissemination of data in ways that, until recently, did not exist.

One response has been the promotion and derivation of common technical standards for the exchange of all types of transportation data, in Canada and elsewhere. However, unlike other countries, a single, nation-wide imperative regarding the collection and dissemination of transportation data does not exist in Canada - although the technology to do so now exists. An important implication is that efforts to coordinate and exchange data generally require cooperative and complex arrangements among different levels of governments. Frequently, these arrangements are motivated by specific issues of concern, with little consideration as to possible broader applications of the data.

As a result of these considerations, the availability of the Census, coupled with its uniform, nation-wide coverage, has increased its attraction as a potential platform for these broader applications, and as a tool for transportation planning.

This paper examines both aspects, in the following way: Section 2 describes the Census data and their existing relationships to O-D surveys. Section 3 outlines emerging issues, and the extent to which the Census and the O-D surveys can address them. Section 4 discusses the implications upon planning practice of these complementary roles, and concludes the paper by identifying activities for possible further examination.

The perspective is that of the practitioner. The focus, mainly, is upon the modelling and analysis of urban travel demand in urban Canada. Finally, it must be stated clearly that the motivation is to increase the utility of O-D surveys in modelling and analysis -not to replace them- by means of a complementary application of the Census data.

2. RELATIONSHIP OF CENSUS DATA AND O-D SURVEYS

2.1. Jurisdictional Context

The division of responsibilities among the three levels of government in Canada -federal, provincial and municipal- has significant implications for the planning of urban transportation systems. (For the purposes of this paper, *municipal* refers to local and regional governments, as well as to regional planning organizations. *Provincial* refers to the ten provincial and two territorial governments, unless otherwise noted.)

The primary responsibility for planning, funding and providing these systems lies with municipal and provincial governments. With isolated and specific exceptions, the federal government does not have any direct responsibility for urban transportation (although it has recently provided funds for municipal and provincial projects in transportation and other public infrastructure). The federal government generally has jurisdiction over inter-provincial and international transportation services (notably, air, marine and rail). Intercity highway networks generally fall within the jurisdiction of the provinces.

The relevant implication of this arrangement is that there is no comprehensive standard or legal imperative to collect or exchange data according to common formats (except for modes within the federal jurisdiction). Sections 51-53 of the *Canadian Transportation Act* -a bill currently before Parliament- would allow the federal Minister of Transport to collect and report information from modes within its jurisdiction, regarding "operational planning," "traffic and operating statistics" and other data as appropriate.

This is in contrast to the United States, where the federal government has a prominent role in the planning and funding of urban transportation systems, and where the recently-created Bureau of Transportation Statistics has a legal mandate to assemble and disseminate a wide range of transportation data. As one condition of funding, transit operators and state and local governments are required to report various statistics in standard formats to the US federal government. Finally, as described below, US Census data capture the home-to-work trip with some degree of detail. In both Canada and the United States, of course, any level of government or operator is free to develop its own origin-destination surveys according to its specific needs.

2.2. Role of Urban O-D Surveys

In Canada, urban O-D surveys generally have been sponsored by consortia of local or regional governments, the province and urban transit authorities. Most major urban areas have conducted O-D surveys within the past five to ten years. Each of the four largest areas (Toronto, Montréal, Vancouver and Ottawa-Hull) has conducted a region-wide survey since 1991.

The principal role for urban surveys has been to serve as the basis for model calibration. Until relatively recently, access to the survey results typically was limited to a small group of specialists and modellers. In the past five years, there have been concerted efforts to disseminate the resultant trip tables and characteristics throughout the transportation planning community (notably, Toronto and Montréal), taking advantage of multi-media computer technologies. As well, several municipalities have communicated key survey results to the public as a means of explaining issues and gaining acceptance for long-range plans (for example, Vancouver and Calgary).

The four largest areas, as well as some other cities, have been able to carry out the surveys as distinct projects - i.e., with the primary product being the survey. However, elsewhere surveys often are conducted only as part of a broader transportation plan (for example, Saskatoon and Regina). In this case, the survey is only an intermediate product, which may have been designed to address specific questions but which ultimately is applied to broader needs in the absence of other information. In both cases, budget constraints and economies of scale increasingly have forced the public sponsors to use private firms to administer all or part of the survey. This is in contrast to in-house units that were responsible for the surveys, such as Montréal (until recently) and Toronto.

2.3. Role of Census Data in O-D Surveys

As noted, the primary role of the Census data is in the verification of expanded O-D survey results. The relationship of the Census and O-D data is summarized in the following paragraphs. More methodologically rigorous discussions are available elsewhere, but this discussion is sufficient for the purposes of this paper.

The *Census of Population* is conducted by Statistics Canada, a department of the federal government. Historically, a full Census was conducted once in each decade, but the need to monitor changes in a wide variety of demographic indicators has resulted in a full or partial Census every five years, beginning in 1986.

The household is the basis for the Census (i.e., a 100% sample). Currently, two questionnaires are distributed. Each household is asked to provide information about a variety of basic demographic characteristics, including dwelling type, the number and age of occupants and socio-economic profiles (including income).

Every fifth household receives an additional set of questions (i.e., a 20% sample). The most relevant question to this discussion is the *Place of Work* variable (i.e., where the respondent works). The place of work information can be related to other demographic characteristics, including place (location) of residence, occupation and income. Depending upon the variable (question), Census data are available according to varying geographies (levels of disaggregation).

Except for one Census, no information has ever been collected with respect to vehicle availability or ownership. Vehicle registration is a provincial responsibility. However, reliability of these data as indicators of vehicle populations in modelling has proven questionable. Problems reflect the inability to differentiate between the registered owner and the actual user (for example, company auto fleets), inaccuracies and lack of currency of some registries and, in one province, confidentiality laws that restrict access to the data. Urban O-D surveys typically gather data about vehicle availability, but their representativeness generally can only be estimated, given the lack of reliable reference data.

Most recent urban surveys are based upon the household, although roadside interviews (and other bases) often are used in small communities. A common sampling frame is the residential telephone listing, since only a very small percent of homes lacks a telephone and the listings are reasonably up-to-date. Other sources are municipal property assessment rolls, which record information about dwelling type and occupancy, but these often are updated less frequently than the telephone listings. (For example, in Ontario the assessment rolls are updated annually. The provincial Ministry of Finance releases a tape of the annual update at the end of each calendar year. There are plans for quarterly updates, to be distributed on CD-ROM.).

Once the survey records are expanded according to the sampling frames, they typically are then validated according to the Census data, i.e., according to Census dwelling unit and population counts. A practical difficulty has been the timing of surveys relative to the date of the Census and the publication of the Census results. For example, the 1986, 1991 and 1996 Toronto surveys coincide with the Census years but not all cities are able to achieve this contemporaneous scheduling. Since many municipalities rely upon the Census data as the ultimate basis for demographic forecasts, there tend not to be any practical, reliable alternatives. Therefore, in some cases estimates and approximations must be made. Generally, however, the Census demographic data are considered to be reliable.

2.4. Applications of the Place of Work Variable

Statistics Canada introduced the Place of Work question in the 1971 Census. The question was included in the 1981, 1986 and 1991 Censuses. The key relevant products are matrices of linkages between the respondent's place of residence and the place of work, for the 20% sample of households (so-called *Place of Work linkages*).

However, since 1986 the data have been available from Statistics Canada at a meaningful level of disaggregation (census tracts or traffic zones) only on a cost-recovery basis. Ontario, Canada's most populous province, developed a cost-sharing arrangement with several of its municipalities (including Toronto and Ottawa) to

have these data coded in 1986 and 1991. A broad overview of the history and applications of the data can be found in McLeod and Crowley (1993).

The Place of Work linkages have been used to explain and track changes in urban form over time. The primary users have been academic researchers, as well as municipal planning departments. The linkages also have been used by retail analysts to identify markets for commuter-related services, such as fast-food restaurants and automated banking machines. The data also can be related directly to other demographic information from the Census. Figure 1 shows the wording of the Place of Work variable (question 43) in the 1996 Census (source: *Canada Gazette Part I*, 12 August 1995, p. 2701. This reflects the final wording approved by the Government of Canada).

The Place of Work data have been limited for use in planning by several factors:

1. high cost of processing the data. The need to recover costs obviously has significantly limited the attraction of the data among potential users. With the exception of basic summaries (which have limited planning use), the Place of Work data are considered to be customized tabulations. These are prepared at the initiative, and to the specifications, of individual purchasers.

2. limited demand for the data outside Ontario. Many potential users either have not been aware of the data and their potential, or have not been in a position to create the requisite cost-sharing consortia.

Each provincial and territorial government has a designated contact person for liaisons with Statistics Canada. Only some of these are in the transportation ministries. As a result, for the remaining provinces and territories, the link between the transportation users and Statistics Canada often has been indirect.

3. lack of reference to a specific date. The respondent is asked about his/her *usual* place of work.

4. partial categorization of the work place. There is a category for *no fixed workplace address* but the respondent cannot be more specific unless he/she either works at home or has a fixed work place.

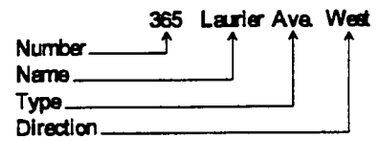
5. lack of reference to the actual commuter trip between home of work. There is no information about the mode or trip start/end times, or other trip characteristics that typically are captured in an O-D survey (driver, passenger, vehicle availability, trip chaining, travel costs etc.).

6. inconsistencies with municipal employment counts. Several municipalities conduct detailed employment censuses. In at least two Ontario municipalities, significant discrepancies have been reported between the local and the Census employment counts at individual zonal levels.

Question 43

At what address did this person usually work?

Example:



If direction (e.g., North, South, East or West) is a part of the street address, please include it.

If street address is unknown, specify the building or nearest street intersection.

Note: Some large cities are made up of smaller cities or towns called municipalities. Where applicable, identify the municipality rather than the larger city, for example, Dorval rather than Montréal, Scarborough rather than Toronto, St. Albert rather than Edmonton, Saanich rather than Victoria.

O Worked at home (including farms)
Go to Question 45

O Worked outside Canada
Go to Question 45

O No fixed workplace address
Go to Question 44

O Worked at the address specified below:
Specify complete address

Street address (see example)

City, town, village, township, municipality or Indian reserve

Province/territory

Postal code ☐☐☐ ☐☐☐

Figure 1: «Place of Work» variable - 1996 Census of Population (Question 43)

The sources of these inconsistencies are unclear. Some may be related to differences in method, definition and timing. Concerns regarding quality control have been expressed by municipal and provincial officials with respect to the employment counts. As a result, Statistics Canada recently agreed to review its quality control procedures for the Place of Work counts in the 1996 Census.

In contrast, the 1990 US Census qualified its work location variable (question 22) with the following variables (questions 23a, 23b, 24a, 24b and 25, respectively; see Federal Highway Administration (1995)):

*1. **mode choice*** (primary means of travelling to work);

*2. **vehicle occupancy*** (number of *usual* occupants in the aforementioned mode);

*3. **usual work trip start time*** (home to work);

*4. **usual duration of trip*** (in minutes);

*5. **temporary absence from work*** (due to illness, vacation, labour dispute, temporary layoff etc.).

Of significance, the US questions solicited the respondent's situation in the week prior to the Census (*last week*). These questions, and others, were asked of a sample of households. The resultant data were incorporated into a set of Census results -the *1990 Census Transportation Planning Package*- which was distributed to transportation planning agencies across the United States.

2.5. Addition of Mode Choice in the 1996 Census

In planning for the 1996 Census, Statistics Canada solicited the input of user communities across the country. With respect to the Place of Work variable, the solicitation had three purposes:

*1. **re-affirm the demand for the Place of Work data,*** given the need for the Census to respond to current economic issues, and the resultant competition for space on the questionnaire;

*2. **re-affirm the level of disaggregation*** at which the Place of Work data should be coded. Unless funds from other sources are available, the policy of Statistics Canada is to group the data only to the Census Sub-Division (CSD) level - i.e., municipal totals. This grouping obviously is of limited use to transportation planners, who require coding to the traffic zone level. The cost implications to Statistics Canada must be considered against the likely demand among potential purchasers;

*3. **solicit input regarding possible additional questions***. Statistics Canada has long been aware of the aforementioned limitations of the Place of Work data in transportation planning.

Led by the Transportation Association of Canada (TAC), a national association of governments, suppliers, carriers, consultants and academics, input was coordinated among members of the transportation community. A two-year consultation was culminated by a 1994 resolution to Statistics Canada by the TAC Council of Ministers (i.e., by the federal, provincial and territorial ministers of transportation). Statistics Canada agreed to the content of the resolution, namely:

*1. **retention of the Place of Work question***;

*2. **make available disaggregated coding*** (i.e., sub-CSD coding to the level of Census Tracts as part of the basic package that would be made available to potential purchasers). The significance is that traffic zones for models often are based upon Census Tracts, which are designed to encompass populations between 2,500 and 8,000 persons. However, a one-to-one definition does not exist, because Census Tracts do not account for employment concentrations (such as the Central Business District) and other special land uses that are of importance to transportation models. Traffic zone coding can be provided, but only if paid by the purchaser;

*3. **addition of a mode choice question.*** Other questions (similar to those in the US Census) were considered, but Statistics Canada had indicated that space considerations made these unlikely for the 1996 Census.

Figure 2 shows the final wording of the 1996 mode choice variable (question 44) and the duration of work variable (question 45). The figure reflects the final approved wording (*Canada Gazette Part I,* 12 August 1995, p. 2703).

Several comments may be made with respect to this wording:

1. the question solicits the *usual* commuting mode, as opposed to a specific date. The trade-off was consistency with the wording of the Place of Work question, versus more specific (but still limited) information about when the trip was made. The duration of work variable (question 45) and the full/part time employment variable (question 46) complement both questions, but do not improve their specificity;

2. Statistics Canada tested the wording in consultation with selected transportation planners and academics. In 1993, focus groups and a National Census Test evaluated the question. The tests generally were successful in terms of ease of understanding by respondents. The one exception is described below. The break down of modes was finalized over this time;

3. the key change in the tests was the limitation of the choice to the mode used *for most of the travel distance*. Consideration had been given to combinations; notably, park and ride. However, this proved to be too confusing and was eliminated. As well, it was agreed that these combinations capture significant modal shares only in the largest urban areas. Finally, this was consistent with the wording of the equivalent question in the US Census.

A reduction of approximately $ 60 million in the overall Census budget was mandated by the federal Cabinet in February 1995. Statistics Canada made up through most of the shortfall by reducing internal costs and by soliciting funds from other federal ministries. In August 1995, the TAC Council of Ministers was asked to contribute $ 1.5 million, in order to ensure the sub-CSD coding.

Question 44

How did this person usually get to work?

If this person used more than one method of transportation, mark the one used for most of the travel distance.

- O Car, truck or van - as driver
- O Car, truck or van - as passenger
- O Public transit (*e.g., bus, street car, subway, light rail transit, commuter train, ferry*)
- O Walked to work
- O Bicycle
- O Motorcycle
- O Taxicab
- O Other method

Question 45

In how many weeks did this person work in 1995?

Include those weeks in which this person:

- *was on vacation or sick leave with pay;*
- *worked full time or part time;*
- *worked for wages, salary, tips or commission;*
- *was self-employed;*
- *worked directly towards the operation of a family farm or business without formal pay arrangements.*

O None Go to Question 47

OR

[ ] Number of weeks

Figure 2: «Mode Choice» and Duration of Work variables - 1996 Census of Population (Questions 44 and 45)

At the Council meeting of 26 October 1995, five provinces representing 89% of the population agreed in principle to fund their share of the costs. The five provinces were Ontario, Québec, British Columbia and Alberta (representing 85% of the population), plus Manitoba. This represents the first formal application of the Place of Work (mode choice) data outside Ontario. As well, interest in using the Place of Work/mode choice data to complement existing measures of transportation energy use and pollution emission has been expressed by Environment Canada and

by several provincial ministries. By the end of 1995, only two provinces had not joined the consortium. Statistics Canada will code the place of work and mode choice data for the entire country.

The applications, quality and utility to the planning community of the mode choice data remain to be seen, since the Census is not conducted until May 1996. Statistics Canada has indicated its intent to work with municipal and provincial interests in order to address technical and quality control issues.

It also is important to note that municipal - provincial funding consortia must be established and finalized by the end of 1995, without which formal agreements will not be signed. However, a clear interest has been demonstrated at the highest levels of transportation ministries. Equally important, a precedent has been established regarding the sponsorship of non-mandated transportation data.

3. THE CHANGING ENVIRONMENT FOR TRAVEL DATA: EMERGING ISSUES

Several trends and forces are shaping the way travel data are being collected and used. Algorithmic and methodological considerations generally are the focus of research and practical applications of models. However, the following list describes some «external» factors that are equally important to model development and calibration:

1. Jurisdictional responsibilities are changing due to economic conditions. In Canada, as elsewhere, arrangements for the transfer of funds among different levels of government, and between public and private provision of services, are changing fundamentally. Provincial and municipal governments recently have reduced capital funding for new urban transportation facilities, as well as operating subsidies for urban transit operators.

Recently, the Province of Alberta transferred much of the responsibility for the planning and engineering of facilities under its jurisdiction to the private sector, with corresponding reductions in its staff and budgets. The remaining ministerial staff will serve primarily as contract administrators. The full impacts of the changes in Alberta (and elsewhere) on surveys and modelling are not yet known. A possible outcome could be increased reliance upon existing data (i.e., minimal new data collection) as the basis for planning.

2. The need to reduce costs creates pressures to streamline the planning process. Investment in a transportation facility or service requires a certain expenditure of resources. Relative to the magnitude of the resource expended, the costs of collecting and maintaining data are small, but the value they add to optimizing the allocation of these resources is substantial. However, in this supporting role, the data tend to be somewhat invisible and, as a result, they are vulnerable to budget considerations - especially as capital expenditures are curtailed or postponed.

The challenge to municipal and provincial transportation planners is to maintain funding for *both* urban O-D surveys and the Census data, to the overall benefit of both. Efforts currently are underway in this regard, in light of significant budgetary reductions that were announced recently in Ontario. However, the resultant delay in some planning studies and reductions in operating subsidies to urban transit operators could reduce the ability to fully exploit these new data.

3. The demand for services increasingly transcends jurisdictions, which requires an integrated means of measuring travel behaviour. Many of the distinctions among federal, provincial and municipal areas of interest, as well as those between public and private providers of services, have become blurred over time. Examples include the extension of urban development beyond a municipality's boundaries (i.e., the expansion of the commutershed), and the elimination of inter-provincial barriers to trade and employment opportunities. The need to develop cost-sharing sponsorship of urban O-D surveys means that gaps necessarily will result, as potential contributors evaluate the merits of their participation. Although the Census Place of Work and mode choice obviously cannot meet the gap fully, they can provide insight into these relationships not otherwise captured in the urban surveys.

Of growing importance is the need to measure extended work trips between a rural community just outside a municipal boundary, and the major urban employment centres within the municipality. The Place of Work linkages have been used to identify the need and the market for rural commuter transit services, in lieu of expensive surveys. The new mode choice question will provide insight to this issue. Frequently these analyses are linked to studies of the economic development potential of these communities (i.e., the attraction of the community to potential residents and employers).

The Place of Work linkages also provide insight to the issue of equity -i.e., with respect to the use of public infrastructure- especially as many rural towns just outside municipal boundaries are offering tax incentives (in the form of reduced development levies) in order to attract new residents (who still commute to their jobs in the urban centres).

4. The re-structuring of Canada's economy is becoming a key determinant of travel demand. Due to such factors as the North American Free Trade Agreement, which liberalizes trade among Canada, the United States and Mexico, the reasons for travelling (i.e., the determinants of travel demand) are changing. In particular, the basis of trip generation forecasts upon traditional relationships may require changes to account for these new motivators of travel.

For example, projections of gross domestic product (GDP) were used in a 1995 forecast of traffic for a proposed toll highway in Nova Scotia, instead of the more traditional use of population and employment. GDP proved, statistically, to be a more reliable indicator of observed traffic growth. The example concerns inter-urban transportation. However, its implication is that fundamental structural changes

in the Canadian economy -especially the growing international orientation of urban economies- must be recognized in urban travel models and forecasts. These relationships clearly would be difficult to capture in an O-D survey of urban travel. The Census also does not capture adequately these and other relevant data that describe the relationship among the urban, national and international economies. However, linked with other Statistics Canada data bases that concern the economy, the Census offers considerable potential for exploring and defining these relationships.

5. The provision of transportation services must be linked to individual lifestyles («markets»). As the ability to accommodate demand with new supply is constrained, greater emphasis is placed upon managing demand. In turn, actions and plans must identify and address specific markets, in order to be cost-effective and successful. The Census data have the greater potential for identifying these market segments for the all-important commuter trip, since they link demographic characteristics (dwelling type, occupation, income etc.) with place of work and now mode. O-D surveys typically do not ask about income, except in terms of dwelling type and vehicle availability (which also is important for other reasons, such as the calibration of mode choice models).

6. Transportation plans must meet broad societal objectives. Recent Canadian municipal transportation plans commonly identify community visions, then examine the actions required to achieve them in the context of current trends. Models thus are used more to explore and explain different cause-effect relationships, rather simply generating demand forecasts to identify supply requirements. This is an implicit recognition both of the complexity of a model (meaning that too many debates focus upon the numbers rather than on the issues), and the fact that no model can ever simulate all possible conditions. One result is greater reliance upon the use of existing data -O-D surveys and the Place of Work data- to explain trends and characteristics. A second is the use of these data to interpret model-generated forecasts.

7. Transportation plans must be realistic and achievable. A topical urban planning example concerns the advocacy of «self-contained» suburbs, as a means of controlling traffic growth, through such measures as mixed-used site development. Self-containment describes the ability of residents to live and work in the same community. The resultant shortened commuting distance is conducive to travel by modes other than the private auto which, in turn, responds to the public (and fiscal) pressures to limit new road construction. Self-containment targets of 40-50% of all work trips have been cited in recent studies in the Toronto and Ottawa areas; however, relatively little effort is expended upon determining the likelihood of achieving them. The Census Place of Work linkages -in the context of other Census demographic and socio-economic profiles- can provide a more realistic indication, since they reflect actual conditions.

8. Progress towards the achievement of plans must be measurable, in terms that are meaningful to stakeholders. Recent TAC initiatives have defined desired states for urban transportation in Canada. The relevance here is that many municipalities have committed to the achievement of these statements (the *New Vision for Urban Transportation*) as part of their own plans. The *New Vision* incorporates such aspects as economic sustainability, environmental responsibility, enhanced mobility of persons and goods, and modal integration as key elements.

Efforts currently are underway to establish a common urban transportation data base, which Canadian cities can use to measure progress towards the achievement of the *New Vision*. The objectives of this TAC project are to establish both a common means of measure among cities, and to develop and maintain consistent and reliable time series information (Rice, 1995).

O-D surveys and the Census both can contribute to this data base. In particular, the Census has the potential to explain why there may be changes in the measured information - i.e., to link transportation changes to demographic and socio-economic changes over time, as a means of explaining and interpreting the former.

9. The ability to address multiple issues is viewed as an important means of achieving targets that are specific to one issue. In particular, air quality is an important issue in ISTEA and the 1990 Clean Air Act Amendments in the United States. The current Travel Model Improvement Program (TMIP), an initiative of the US Department of Transportation, is generating fundamental changes to the practice of model-building and use, including specific and substantive refinements aimed at measuring air quality. Practitioners in Canada and elsewhere clearly will benefit from TMIP. The implications to O-D surveys and other data collection in Canada are being examined, but these are only beginning to be carried through into practice.

A key consideration is the division of responsibilities among federal and provincial environmental jurisdictions. As noted, an opportunity has been recognized by many of these agencies, regarding the use of Place of Work and mode choice data in describing energy consumption and pollutant emissions. It follows that there is potential for complementary use of O-D surveys. These opportunities remain to be explored.

The Place of Work data have been used to trace changes in urban form over time. There is an opportunity to explore further the determinants of these changes, especially in light of the changing economic structure of Canada's cities. The Place of Work and other Census data could be used to explain and interpret current socio-economic conditions and relationships, in support of responsive and effective economic development and taxation policies among all levels of governments.

10. Means of comparison are required at a national level in order to measure progress towards international targets. Commitments regarding reductions in auto emissions, for example, are expressed commonly as national targets, but practically must be assessed as the sum or average of disaggregated

information. The aforementioned TAC Urban Indicators project, coupled with other initiatives (such as Environment Canada's June 1995 *Measuring Urban Sustainability: Canadian Indicators Workshop*), provide important bases. However, the Census could serve as one means of extrapolating and aggegrating discrete information to nation-wide totals.

It is evident that these issues relate to the *environment* within which travel behaviour is measured, modelled and applied to transportation planning issues in Canada. As a result, they have implications regarding the type of data that must be collected, and how they are analyzed. Some of these implications are examined in the next section.

4. INTERPRETATION AND FUTURE DIRECTIONS

4.1. Implications

Several observations may be made concerning the roles of O-D surveys and the Census data in meeting these emerging issues in Canadian modelling practice:

1. Neither the O-D surveys nor the Census data completely meet all of the informational needs. There is a role for both. In some cases, the two are complementary. In most cases, they provide different perspectives to the same issue, with some overlap or incompletion.

2. 'Explanation' is becoming as important to planning as 'analysis'. This impacts both the data and the models derived from them. Much of the focus in the transportation community is upon technical and methodological improvements to data collection and modelling. These are necessary considerations. However, the full richness of the data cannot be exploited unless there is more emphasis on interpreting and explaining them in terms that are meaningful to the user. It follows that increasing the 'user-friendliness' of the data in this way will result in new, unforeseen applications and, ultimately, in cost savings and technical innovations in the collection and use of future versions or additions.

In terms of the established practice of transportation planning, O-D survey data will continue to provide the most accurate and reliable basis for travel demand modelling. However, the Census data provide considerable potential for meeting the growing need to analyze and explain the changing factors that motivate travel.

3. A common transportation planning framework, such as that provided by the US Census is not likely to be achieved in Canada. The use of the US Census Journey to Work data (and related information) as a common basis for urban transportation planning is well established, and considerable effort is being expended to increase its utility as a planning tool. *Data for Decisions* (1992) *Requirements for National Transportation Policy Making*, Special Report 234, Transportation Research Board, Washington, 1992, provides an important and relevant model for identifying and resolving transportation data issues of all kinds.

However, any similar Canadian initiative must be developed in the absence of a unifying federal imperative.

The only practical platform in Canada for providing this framework is the Census. It is not likely to fulfill this role. This is because the Census provides only partial travel information, notably with respect to characteristics of the actual trip to work and lack of specificity about the date. Jurisdictional divisions of responsibility effectively preclude the necessary investment in the Census (and the motivation to do so) in order to provide a more accurate depiction of travel behaviour. The division of responsibilities likely will continue to evolve; therefore, data collection will need to conform to these changes (rather than direct them). Even if these investments were made, O-D surveys would be required to capture non-work trips, trip chaining and other detailed characteristics of travel behaviour.

4. Instead, the Census should be used to define and examine the linkages among economic, environmental and transportation (and other) policies, among all levels of government. There are two aspects to this role:

4.1 ***Establish a working basis among transportation agencies at all three levels of government.*** The 1996 Census mode choice efforts perhaps has generated a starting vehicle for such relationships. The mode choice variable, with all of its limitations, is the first new transportation question on the Census since the Place of Work variable was introduced in 1971. This is in light of significant funding cuts to the 1996 Census that resulted from the February 1995 federal budget. A critical factor was the unified statement of need from the federal, provincial and territorial ministers of transportation (the 1994 TAC Council of Ministers resolution), along with the active involvement of Statistics Canada and several municipalities.

4.2 ***Broaden the coalition to include other agencies that have interests in transportation***. This is exemplified by the interest shown by federal and provincial environmental ministries. This provides an important opportunity for combining efforts with transportation agencies, in order to coordinate efforts, exchange information and techniques, share costs and broaden the dissemination and use of the Census data and, conceivably, O-D survey (and other) data.

A second example is the growing recognition of the relationship between economic development and transportation. Municipal, provincial and national economic development policies must be linked explicitly, in order to develop efficient and effective transportation policies.

The Place of Work data, linked to other Census socio-economic variables, provide the necessary platform. A recent study used these data to explain travel behaviour in terms of demographic and economic evolution of the Toronto region, as an aid to the development of transportation strategies, policies and services (Metropolitan Toronto Planning Department, forthcoming).

4.2. Future Directions

In conclusion, two principal streams of activities result from the preceding discussion. The first reflects ***analysis*** based upon the Census, in order to exploit its potential and to make it a more useful tool for transportation planning. Analysis of the Census should include the following activities:

1. Improvements to quality control procedures, so as to provide the necessary levels of confidence at disaggregated levels. This need was identified as factor 6 in Section 2.4. In order to achieve mutually satisfactory results, a joint effort is required among Statistics Canada methodologists, municipal and provincial transportation planners and the academic community.

2. Analysis of lifestyles and employment as determinants of the location of the place of work, place of residence and home-work mode choice - i.e., in support of model development. This need was identified as issue 4 in Section 3. The rationale for this activity follows: Travel demand models in Canada tend to consider employment and dwelling units classified only according to a small number of types. The trip generation, distribution and mode choice functions assume that the traveller is indifferent to employment type (beyond major categories). This simplification reflects the difficulty of forecasting, reliably, employment and dwelling unit sub-groups.

Factors other than the magnitude of zonal dwelling units and employment, and of inter-zonal travel impedance, obviously are taken into account by people as they choose where they live and where they work. Many of these are subjective, such as the perceived quality of a neighbourhood school. A detailed model may be neither practical nor applicable. (Residential-employment allocation models are not used commonly in Canada, but would provide greater detail in the description of dwelling units and employment.)

However, an improved understanding of existing relationships is critical to the interpretation of model forecasts. For example, it is important to distinguish between the impedance-related impacts of a new bridge toll (which can result in a change in simulated trip distribution) and those which may be the result of socio-economic changes (such as, an increase in remuneration to retain a valued employee in the face of increased travel costs). In addition, analysis of the Census data could identify lifestyle factors that impact the choice of mode, beyond those known to relate to transportation - such as, perceived personal security, prestige etc. (An analogy could be made to the economic «bundle of goods» concept - i.e., to the fact that the consumer bases his/her purchase of goods, service etc., upon a number of factors, the individual importance of which may vary according to personal lifestyles and perceptions.)

An improved understanding of these cause-effect relationships would result in more meaningful (if not more likely achievable) set of socio-demographic scenarios. This reflects the mutual dependence of transportation plans upon land use (development) plans; both must be based upon realistic and acceptable elements.

3. Improved explanation of the relationship of transportation and travel to societal issues. This is related to the previous point, but emphasizes cause-effect relationships less for the purposes of modelling and more to explain to decision-makers and to the public the implications of alternative transportation actions. For example, terms such as «mobility» and «accessibility» -terms familiar to transportation planners- may become meaningful to decision-makers and the public only when they are related to economic productivity and, again, to individual lifestyles.

In Canadian practice, this has become an important means of gaining public and political acceptance for transportation plans - especially since these plans depend increasingly upon effecting changes in individual travel behaviour. However, the use of Census (and other) data in this way remains limited.

4. Improved understanding of the complex relationship between travel behaviour and other analytical issues (such as energy consumption and economic development). This is distinct from the previous point, in that it aims to link multiple perspectives in order to provide more holistic responses to common problems. As an initial step, the potential of the Census mode choice question to address issues of air quality and energy consumption should be explored in a joint effort between transportation and environmental planners. (A detailed analysis of air quality requires more accuracy than the Census data allow. However, the Census data can provide a framework for linking common interests, as well as -perhaps- linking O-D surveys with other equally precise data.)

The second stream relates to the ***operational framework*** within which the identified urban travel behaviour and modelling data needs can be met. This framework must consider the jurisdictional, institutional and funding arrangements that support the collection, use and dissemination of data.

Some recent initiatives in the Canadian transportation community recognize the need to coordinate and integrate travel data collection activities. The TAC Urban Indicators project is one initiative. A second is the proposed Statistics Canada *Database on Multimodal/Intermodal Transport*, which will assemble and integrate various sources of intercity goods movement data (including O-D information). A third is the 1993 Transport Canada inventory of data needs among modes in the federal jurisdiction (Lawson, 1993).

All of these initiatives recognize the need for cooperative collection and management of transportation data. All emphasize cooperative (as opposed to mandatory) participation, wherever possible. Each is driven by issues similar to those outlined in Section 1.2. Both the TAC and Statistics Canada initiatives began with the definition of common standards and measures.

The aforementioned experience with the 1996 Census provides a perspective which emphasizes the importance of both streams. The analytical aspects -for example, the choice of variables and the level of data disaggregation- have proven

somewhat easier to bring forward into a consensus. The operational issues -notably, jurisdiction and funding- have proven to be somewhat more difficult to gain agreement. Although this situation is perhaps common, operational issues frequently have been over-looked in discussions that focus instead upon technical needs and method.

The 1996 Census experience also generated a formal and informal communications network, within the transportation modelling community and beyond. For the collective benefit of Canadian urban modelling, analysis, surveying and data collection, it is hoped that this network will evolve further.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author benefitted greatly from discussions with several individuals, including Michel Gravel (Delcan Corporation), Murray McLeod (Ministry of Transportation of Ontario), Professor Eric Miller (University of Toronto), Richard Nadwodny (Statistics Canada) and Professor Ronald Rice (McGill University). The author retains sole responsibility for the contents of this paper.

BIBLIOGRAPHY

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1995), CTPP Handbook: An Instructional Guide to the 1990 Census Transportation Planning Package, report FHWA-PD-95-019, US Department of Transportation, Washington, Appendix B.

LAWSON J (1993), Data Needs Review (draft), Unpublished report, Transport Canada, Ottawa, 80 p.

McLEOD M, CROWLEY D (1993), Place of Work Data: The Undiscovered Gold Vein in the Census of Canada, *Plan Canada* (Journal of the Canadian Institute of Planners) 33(1), pp. 6-11.

METROPOLITAN TORONTO PLANNING DEPARTMENT (forthcoming), Metro Toronto in the GTA Economy 1971 - 1991: Where People Live and Work in the Greater Toronto Area, Toronto.

RICE RG (1995), Urban Transportation Data Base Project, Report on Initial Pilot Study, Unpublished report to the Urban Transportation Council, Transportation Association of Canada, Ottawa, 6 p.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (1992), Data for Decisions, Requirements for National Transportation Policy Making, *Special Report 234*, National Research Council: Washington, 168 p.

SYNTHESE DU CHAPITRE 3
ETUDES DE CAS

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

Les enquêtes présentées dans ce chapitre, permettent de confronter l'état de l'art avec l'état de la pratique. Elles nous donnent l'occasion de revenir sur certaines dimensions évoquées précédemment pour en montrer l'intérêt ou la faisabilité. Plusieurs auteurs ont, dans le premier chapitre, insisté sur la nécessité d'adopter une stratégie globale de production des données qui intègre les multiples étapes de l'enquête, mais aussi et surtout la définition claire des objectifs et des utilisations de l'enquête. La réussite de cette intégration (Philippe Dorland et al., Jose Viegas et al.) conduit à de multiples utilisations des données dans l'activité des planificateurs et des opérateurs de transport.

Le chapitre précédent, nous a permis d'aborder la question de la qualité des données. Nous revenons ici plus spécialement sur l'apport des nouvelles technologies dans l'amélioration de la qualité des données produites à partir des expériences canadiennes et portugaises (Philippe Dorland et al., Jose Viegas et al.). Nous l'illustrons à travers l'exemple de la géolocalisation qui accroît la précision des données recueillies. Les auteurs démontrent la faisabilité d'un tel recueil, mais plus encore montrent que ce gain de précision peut être utilisé dans l'activité d'un opérateur de transport.

Le papier de David Kriger pose le problème de la combinaison de différentes sources de données. Cette combinaison enrichit les données produites par chacune des enquêtes. Une autre voie consiste à utiliser différentes méthodologies au cours d'une même enquête (Jose Viegas et al.). Les exemples sont multiples comme la combinaison des modes postal et téléphonique pour améliorer le taux de réponse ou des enquêtes de préférences révélées et de réponses déclarées pour répondre à de nouvelles problématiques de gestion de la demande. Tous ces exemples posent toutefois des problèmes méthodologiques complexes sur la mesure ainsi effectuée, puisque l'on sait bien que l'on récolte pas toujours les mêmes données selon la méthode utilisée.

1. POUR UNE APPROCHE GLOBALE DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DES DONNEES

La définition des objectifs de l'enquête et l'utilisation des données ou leur traitement sont normalement la première et la dernière étapes d'une enquête. Trop souvent ces étapes sont aussi la première et la dernière lors de la conception d'une enquête. Cette situation conduit fréquemment à une sous-utilisation des données de l'enquête ou à la constatation de l'inadéquation partielle des données aux besoins.

La prise en compte simultanée de ces étapes avec les différentes phases de la conception de l'enquête permet de limiter ce risque. On peut ainsi intégrer dès le départ les différents utilisateurs potentiels de l'enquête et s'assurer de pouvoir répondre aux questions qu'ils se posent. Les exemples de Montréal et du Portugal sont à ce titre suffisamment convaincants.

A Montréal, malgré un questionnaire qui peut sembler très frustre, l'enquête est utilisée couramment par le service marketing de l'entreprise de transport collectif. Les utilisations sont multiples et répondent aux besoins du service :

- établir le portrait du marché des déplacements,
- comprendre les besoins des clients,
- concevoir et évaluer les services.

L'enquête permet ainsi d'analyser les caractéristiques individuelles de la clientèle en la segmentant selon différents critères géographiques, temporels ou socio-économiques. Cette segmentation facilite la définition de politiques de communication ciblées sur des segments de marché pour en améliorer l'impact ou en réduire le coût. L'adéquation fine entre l'offre et la demande de transport collectif peut être étudiée grâce à la disposition d'une information désagrégée.

Nous pourrions multiplier les exemples cités, mais il nous semble plus intéressant de bien montrer que cette utilisation ne se limite à une simple consommation des données, mais impose ces contraintes à la conception de l'enquête et des outils d'analyse. La volonté d'améliorer l'adéquation entre l'offre et la demande a conduit à repérer de manière très fine l'ensemble des déplacements des individus sur le plan spatio-temporel, imposant un recueil se rapprochant le plus possible des coordonnées x-y. Il est ainsi possible de mesurer précisément la proximité au réseau de transport collectif pour chaque déplacement, tant à l'origine qu'à la destination. Les nombreuses segmentations de la clientèle sur les plan socio-économiques ou spatio-temporels nécessitent de très gros échantillons. Pour y parvenir, le questionnaire doit être très court et le recours au téléphone est privilégié pour réduire les coûts. L'analyse de l'étalement urbain et sa prise en compte dans les politiques de l'entreprise de transport collectif ou du Ministère des transports ont conduit à élargir le périmètre d'enquête pour le faire coller au bassin d'attraction de l'agglomération. D'autres exemples ont été cités, mais ceux-ci nous semble suffisants pour illustrer la nécessité d'étudier l'ensemble des utilisations prévus des données durant la phase de conception de l'enquête.

Les enquêtes menées à Porto et Lisbonne illustrent la même préoccupation. Comme à Montréal, les enquêtes ont été initialement conçues et financées par l'opérateur du réseau de transport collectif. Ce dernier s'est livré à une analyse préalable des utilisations potentielles des données pour définir le cahier des charges de l'enquête. Les données constituent ainsi un outil précieux de l'analyse stratégique des entreprises de Porto et Lisbonne.

2. QUALITE DES DONNEES, L'APPORT DES SYSTEMES CATI/CAPI ET DE LA GEOLOCALISATION

Notre propos ici n'est pas de dresser un inventaire des apports des innovations technologiques que constituent les SIG (Système d'Informations Géographiques) et les systèmes CATI/CAPI (Computer-Aided Telephone/Personal Interview) dans la production des données. Nous voulons montrer, à travers un exemple largement développé lors du colloque, que ces innovations peuvent contribuer à une amélioration de la qualité des données produites parallèlement à une réduction des coûts.

L'exemple choisi concerne la problématique de la localisation des activités. Dans la plupart des enquêtes, les localisations sont repérées à partir d'un zonage de l'agglomération. Ce choix est pour partie lié aux modèles utilisés à l'aide de ces données qui eux aussi s'appuient sur un découpage de l'agglomération permettant de construire des matrices origine-destination. Il résulte également de la difficulté à codifier l'information en s'affranchissant de tout découpage a priori. Cette situation est paradoxale, car le zonage s'apparente à une forme volontaire de perte d'information, puisque l'on transforme une information précise en une information agrégée.

Ce paradoxe est d'autant plus grand qu'il entraîne des erreurs dans les modèles de prévisions de trafic et génère des difficultés liées à la multiplicité des découpages utilisées. Avec le zonage, la proximité aux moyens de transport devient floue (tant pour les transports collectifs que pour le stationnement). Ainsi Robert Chapleau et De Cea [1] (1983) ont montré que lors de la procédure d'affectation dans les modèles de prévision, le zonage provoquait de nombreuses erreurs pour les transports collectifs. Même avec un découpage de plus de 1.000 zones sur le Grand Montréal, les itinéraires décrits par différents algorithmes d'affectation conduisent à des erreurs (au moins une ligne et un noeud différents par rapport aux renseignements fournis par l'enquêté lors de l'enquête) pour plus de 60 % des itinéraires. Par contre, globalement la charge des principales lignes du réseau peut être correcte, par le jeu des compensations d'erreurs. En revanche, un repérage en coordonnées x-y, faisant abstraction de tout zonage, avec un chargement correct de l'arrêt d'origine et de destination permet de réduire ce pourcentage à 20 %. Cette situation résulte notamment de l'obligation de ramener l'ensemble de la demande d'une zone en un centroïde de zone.

Par ailleurs, l'analyste est souvent confronté à des découpages différents et non compatibles entre eux, car les finalités des études pour lesquels ils sont conçus

[1] Chapleau R, De Cea J (1983) La perception de l'offre par les usagers du transport en commun, sous la perspective d'un modèle d'affectation, *Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports*, Hambourg, 26-29 avril 1983, 18p.

ne sont pas les mêmes. Cette situation impose un certain nombre d'approximations lors de l'utilisation combinée de ces sources de données, car il n'est pas possible de trouver un découpage commun minimum compatible avec les besoins de modélisation. De plus, en figeant le découpage à la date de réalisation de l'enquête, il est impossible de l'adapter à des évolutions de problématiques pouvant survenir entre deux enquêtes successives. Ainsi, à Porto grâce à la géolocalisation 4 zonages différents ont été utilisés dans les deux années qui ont suivi la réalisation de l'enquête et 3 à Lisbonne dans la seule année qui a suivi l'enquête.

Il ne nous semble pas utile d'insister davantage sur l'intérêt de s'affranchir de tout zonage a priori. Les exemples canadien et portugais illustrent la faisabilité d'un recueil des données de localisation en cordonnées x-y. Pour cela nous précisons la démarche adoptée à Montréal. 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 une coordonnée x-y ;
- le nom de l'établissement correspondant (entreprise, administration, commerce...). Des dictionnaires constitués progressivement assurent la correspondance avec une coordonnée x-y ;
- l'intersection la plus proche, le dictionnaire d'intersections de rues permet d'identifier la localisation 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 la coordonnée x-y correspondante, avec là aussi une information approchée ;
- 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 imputer une adresse probable. Différentes méthodes d'imputation plus ou moins sophistiquées ont été conçues.

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. Cette évolution est un résultat des travaux du Professeur Robert Chapleau (Cf. papier de l'auteur) sur la cartographie de l'espace. Ses réflexions l'amènent même actuellement à ne plus raisonner en localisation physique, mais plutôt en localisation fonctionnelle. L'individu ne se rend plus dans la zone 36, ni même à la destination x-y, mais dans le supermarché «bidule», dont on sait grâce à un dictionnaire

géographique qu'il est situé en x-y. L'expérience canadienne montre que cette évolution est possible. Les développements récents dans les SIG renforcent encore la pertinence et la faisabilité de cette approche.

Cette procédure de codification est pour le moment réalisée à l'issue de l'enquête en raison du temps de calcul informatique qu'elle nécessite. Chaque soir, l'ensemble des enquêtes est ainsi traité. La disposition des dictionnaires d'adresses permet de traiter automatiquement une partie importante des localisations (de l'ordre de 60 %). Les autres sont traitées manuellement (grâce à 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 d'autres villes canadiennes (notamment Toronto et Vancouver) mais aussi Porto et Lisbonne 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. Le développement de la rapidité des micro-ordinateurs permettra peut être à l'avenir d'étoffer cette validation des résultats en cours d'enquête grâce au système CATI. L'enquêteur pourra ainsi, en cas d'erreur ou d'«incohérences» vérifier et le cas échéant corriger les renseignements saisis.

La disposition d'une information localisée finement et d'un SIG regroupant des informations diverses (dictionnaires de lieux, réseaux de transports collectifs, réseaux viaires...) permet des validations sophistiquées. Quelques exemples illustrent la puissance du dispositif. Il est possible de comparer la cohérence entre les lieux déclarés et le motif (par exemple une activité de loisir dans un hôpital ou des études dans une entreprise ...) permettant de relancer l'enquêté pour valider l'information en cas de doute. L'itinéraire décrit dans le cheminement des transports collectifs peut être vérifiés grâce au SIG tant dans ses points d'entrée sur le réseau que dans les correspondances déclarées. La cohérence entre les horaires et les lieux peut également être testée (un motif administratif dans une administration normalement fermée à l'heure déclarée peut donner lieu à une relance auprès de l'enquêté). Nous pourrions facilement prolonger la liste. Pour le moment l'exercice est limité par la puissance des ordinateurs et par le temps nécessaire à la constitution des bases de données. Mais l'intérêt du processus est justement de permettre un enrichissement progressif des bases de données lors de l'enquête.

Au-delà de la qualité accrue, Giard a présenté certains projets de la STCUM (Société de Transports de la Communauté Urbaine de Montréal), qui se développent à partir de cette information : étude du fonctionnement de générateurs de trafic (centre commercial, école, entreprise...), gestion et fonctionnement des points d'arrêts du réseau (projet SIGGAR)...

Le débat a toutefois souligné les limites de ce développement dans certains pays soumis à des règles très strictes concernant la production et surtout la dissémination des données. Ces règles visent à protéger les citoyens d'une utilisation abusives des données et d'une éventuelle identification des individus ou des ménages à partir des renseignements collectés lors de l'enquête. Ainsi, en France, la Loi Informatique et Libertés limite fortement les possibilités de désagrégation spatiale des données.

3. COMBINAISON DE METHODES D'ENQUETE

Dans son papier David Kriger pose le problème de la complémentarité des données des enquêtes régionales origine-destination menées dans les grandes métropoles canadiennes et des données du recensement. Depuis 1971, le recensement canadien contient une série de questions sur la localisation du travail. Le couplage avec les données relatives au domicile permet de produire les matrices de migrations alternantes à un niveau fin de désagrégation spatiale.

Toutefois, l'auteur souligne que ces données sont peu utilisées pour de multiples raisons. Parmi celles-ci, l'auteur cite des problèmes que l'on retrouve dans la plupart des cas de combinaisons de données provenant de sources différentes. La définition du lieu de travail est différente de celle des enquêtes déplacements dans la mesure où il s'agit du travail habituel de la semaine précédent le recensement. Si l'on raisonne maintenant en termes de déplacements, l'écart est encore plus grand, puisque l'on ne connaît pas la périodicité du déplacement entre le domicile et le travail ni ses caractéristiques modales, horaires... L'enquêté peut de plus avoir plusieurs lieux de travail. On se trouve donc confronté à des problèmes de définition des grandeurs mesurées, qui dans la plupart des cas ne sont pas identiques, car les finalités de la production des données ne sont pas les mêmes. Dès lors il est souvent difficile de comparer les données issues des deux recueils ou d'alimenter une des sources par l'autre.

Ces problèmes de définition peuvent être amplifiés par l'utilisation de méthodologies d'enquête différentes. Cette difficulté se retrouve également lorsque au cours d'une même enquête, plusieurs méthodes sont utilisées. Viegas et al. en ont présenté un exemple sur Lisbonne et Porto. Le téléphone a été choisi comme mode d'enquête principal, notamment pour des raisons de coûts. Toutefois, le taux d'équipement n'est pas uniformément réparti sur l'ensemble des deux agglomérations. De ce fait, cette technique introduit des biais dans les zones à faible revenu où le taux d'équipement est plus faible. Deux techniques ont alors été testées : l'enquête postale et l'interview à domicile. La première méthode a dû être abandonné en raison du niveau d'illétrisme de certaines zones. De plus, l'enquête postale conduit généralement à des niveaux de mobilité plus faible que les autres modes de collecte. La seconde technique a donc été utilisée. Toutefois, rien ne permet d'affirmer que les données recueillies sont tout à fait comparables pour les deux échantillons. De plus, les différences de population limitent les possibilités de

comparaison des deux «sous-échantillons». Pourtant l'exemple cité a permis de réduire sensiblement les biais d'échantillonnage.

Ces exemples illustrent le dilemme auquel le concepteur de l'enquête est confronté. La combinaison de méthodologies ou de techniques d'enquête permet de limiter certains biais, notamment d'échantillonnage ou de refus de réponse. Par contre, elle en introduit d'autres concernant la qualité de l'information recueillie et sa comparabilité. Pour résoudre cette contradiction, des comparaisons de méthodes et de techniques seraient nécessaires dans le domaine des déplacements urbains, comme cela se pratique dans de nombreuses autres domaines. De plus, il serait souhaitable que les nombreux tests méthodologiques qui précèdent certaines enquêtes donnent lieu à des publications plus systématiques.

Une autre forme de combinaison concerne le type de données recueillies. Un des exemples largement traité dans ce colloque porte sur l'utilisation des données de préférences déclarées pour alimenter une enquête de réponses déclarées ou de jeux-simulation.

CHAPITRE 4

LES METHODES INTERACTIVES DE REPONSES DECLAREES : UNE APPROCHE EXPERIMENTALE

PORTEE ET POTENTIEL DES METHODES DE COLLECTE DE DONNEES DE TYPE «REPONSES DECLAREES INTERACTIVES» (RDI)[1]

Martin E.H. Lee-Gosselin
Université Laval, Québec

1. OBJECTIFS DE L'ARTICLE

L'étiquette «Préférence Déclarée» (PD) a été appliquée de façon croissante depuis les années 1980 aux diverses manières d'étudier les réponses des utilisateurs à des attributs et à des choix hypothétiques en matière de déplacement. Cela a permis de les distinguer de celles des enquêtes de «Préférence Révélée» (PR) abordant les schémas de déplacements réalisés. Ces techniques ont engendré un débat méthodologique d'importance au cours de ces dernières années. Aux États-Unis, ce débat s'est répercuté sur les «Metropolitan Planning Organisations» (MPO) ainsi que d'autres organismes qui doivent décider de la répartition des ressources limitées à de nouvelles collectes de données, tenant compte des exigences de l'«Intermodal Surface Transportation Efficiency Act» (ISTEA).

Chargés d'anticiper les changements, de nombreux planificateurs en matière de transport se sont trouvés confrontés à un dilemme. Tout en étant conscient de l'insuffisance de l'observation des schémas de déplacement réalisés, nombre d'entre eux sont méfiants ou dubitatifs quant à ce que les techniques de PD parviennent à mesurer. La confusion est encore accrue envers le mot «préférence», dont l'origine remonte aux premières préoccupations de ces méthodes qui concernaient les réponses à des alternatives présentées dans des enquêtes où les attributs des déplacements (tels que le tarif ou le temps de trajet) peuvent varier en fonction d'un design prédéterminé. Au cours de l'atelier sur les PD tenu au cours de la 3ème Conférence Internationale sur les Méthodes d'Enquêtes en Transport, il a été observé que «Réponse Déclarée» (RD) pouvait être considéré comme un terme général plus précis (Bradley, Hensher, 1990). Nous approuvons, et dans la suite de l'article, nous utilisons le terme RD comme terme générique, mais nous continuons

---

[1] Cet article a été préparé pour les 8ème Entretiens du Centre Jacques Cartier, Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur, Lyon, 6-8 décembre 1995, et la Conférence sur les Enquêtes sur les Déplacements des Ménages : Nouveaux Concepts et Besoins de la Recherche, Irvine, Californie, 12-15 Mars 1995. Il a été présenté en anglais à la Conférence d'Irvine, et en français au colloque de Lyon. Le texte en anglais est publié par le Transportation Research Board. En accord avec le TRB, le texte en français est publié dans les Actes du Colloque de Lyon.

à exploiter le terme PD telle qu'utilisée dans la littérature (essentiellement économétrique) abordant ce sujet.

Dans cet article, nous suggérons que : (a) la *notion* de Préférence/Réponse Déclarée se trouve dans de nombreuses techniques et stratégies de collecte de données ; (b) le terme PD soit réservé au sous-ensemble des techniques qui sont généralement utilisées pour évaluer les fonctions d'utilité ; (c) la collecte de données de type PD puisse s'avérer suffisante ou non, nécessaire ou non, selon les aspects du choix futur et l'horizon temporel qui nous intéressent. Nous examinons les dimensions de la politique de transport qui créent une demande pour les données de type RD, puis nous tentons d'évaluer et de classer cet ensemble de techniques de collecte de données. Comme la plupart des recherches récentes en RD provient de techniques interactives de collecte de données, il nous a été demandé de centrer l'article sur ce sujet précis. Nous identifions des exemples de différentes classes de Réponses Déclarées Interactives (RDI) pouvant être utilisées dans le cadre de politiques telles que celles s'appliquant aux péages urbains variés en fonction de la congestion, à l'utilisation potentielle des véhicules électriques, ou à l'élaboration de plans d'urgence dans le domaine de l'énergie. Nous concluons cet article sur des recommandations concernant la collecte de données de type RDI. Nous en dégageons les priorités à considérer pour les recherches futures.

L'objet de cet article est d'offrir une vision élargie des méthodes de RDI. Le lecteur peut se rapporter à Polak, Jones (1996) pour approfondir la discussion sur les limites actuelles des designs expérimentaux et des techniques d'analyse de PD. Le fait qu'une grande partie de notre discussion ne fait que survoler le concept de PD dans sa forme prédominante ne doit pas être interprété comme remettant en cause son utilité.

2. CONTEXTE DE PLANIFICATION DES POLITIQUES DES DEPLACEMENTS EN RELATION AVEC LA COLLECTE DE DONNÉES DE TYPE REPONSES DECLAREES

Les techniques de RD sont essentiellement utilisées lorsque l'on recherche de l'information sur les réponses des utilisateurs à de nouvelles situations. Cela peut aller de situations très spécifiques, comme une modification d'une seule des caractéristiques de l'offre (la fréquence des services d'une ligne d'autobus donnée), à des situations très vastes, comme l'ensemble des politiques qui peuvent être utilisées pour améliorer la qualité de l'air dans une zone métropolitaine. En outre, le planificateur s'intéresse aux choix envisageables, et l'étude doit donc fournir les moyens de comparer différents scénarios ou versions du changement potentiel. Le fait de prendre en compte les différentes alternatives possibles est intéressant dans une perspective d'efficacité de l'échantillonnage, car chaque individu fournit plusieurs ensembles de réponses, alors que chacune d'entre elles nécessiterait un répondant particulier si l'enquête utilisait des choix «révélés» dans le contexte d'une politique particulière.

Nous allons rapidement passer en revue les quatre dimensions de la politique de planification en matière de transports dans laquelle les techniques de RD peuvent jouer un rôle significatif dans la collecte de données. Les détails méthodologiques sont traités dans la dernière partie de l'article.

2.1. Investissements dans les infrastructures

Plusieurs techniques de PD ont été développées pour l'évaluation des bénéfices liés à des investissements en infrastructure, notamment dans la réduction du temps de trajet. Un des objectifs principaux est de déterminer la valeur monétaire du temps pour l'utiliser dans des analyses coût-avantages des différentes options d'investissement. Dans le climat d'investissement actuel, il est devenu de plus en plus important de connaître la distribution des valeurs attribuées au temps de trajet, et non plus seulement les valeurs moyennes (Polak, Jones, 1996). Remarquons toutefois que l'idée implicite est que les diverses composantes du temps de trajet (temps d'accès à pied, temps d'attente, temps de trajet à l'intérieur du véhicule etc.) sont associées à des niveaux moyens de *satisfaction perçue* ou *d'utilité* que l'étude doit mesurer. En approfondissant cette idée, le planificateur peut aussi désirer savoir comment l'utilisateur pondère l'importance du temps de voyage comparativement aux autres attributs du produit transport, comme le confort et la disponibilité des sièges ou la fiabilité des informations. Ainsi, un objectif majeur est de développer des modèles qui prédisent le choix lorsque le niveau des attributs est modifié, sous l'hypothèse que les individus maximisent leur utilité. La modélisation des fonctions d'utilité en fonction des attributs s'avère être une contribution majeure pour évaluer des infrastructures potentielles en concurrence, ou les différentes alternatives d'une infrastructure particulière.

2.2. Evaluation des interventions innovantes

L'introduction d'un nouveau service de transport ou la construction d'une route entièrement nouvelle, sont aussi, bien sûr, des décisions d'investissement. Mais, à l'instar des réglementations innovatrices telles que le péage de congestion de la circulation, elles compliquent la collecte de données en y ajoutant un nouvel élément : il est désormais demandé aux répondants d'évaluer des situations qui, non seulement n'existent pas encore, mais pour lesquelles ils ont peu ou pas du tout d'expérience. On peut citer par exemple des propositions concernant un nouveau moyen de traversée fluviale qui modifierait le profil des temps de trajet dans une région entière, ou bien le financement d'un système de métro léger sans conducteur. Dans ce cas, le chercheur chargé de l'étude doit relever un défi : évaluer les réponses à la lumière de l'image bâtie en partie en fonction des informations fournies par l'instrument d'enquête, et en partie en fonction des impressions très variables que les répondants construisent à partir d'autres situations.

Un des problèmes lié à ces interventions innovantes est que les réactions adaptatives des utilisateurs peuvent être très complexes. Cela est particulièrement le

cas lorsque l'on aborde des technologies peu familières comme les Systèmes Intelligents de Transports (SIT), le télétravail, ou les véhicules électriques à faible autonomie, dont l'utilisation peut avoir des implications sur les interrelations entre activités de voyageurs d'un même ménage et même entre ménages. Les réponses aux interventions susceptibles d'affecter l'utilisation des voitures ont aussi tendance à être complexe, du fait de la flexibilité inhérente à ce mode de transport. Le fait que les innovations dans le domaine des transports peuvent être reliées à d'autres produits, comme le logement en hôtel dans le cas d'un déplacement touristique, ajoute une dimension supplémentaire à la complexité de l'analyse.

2.3. Diminution du risque de la planification stratégique

Nous devons considérer ici le besoin en données pour la planification à long terme afin de répondre à des objectifs d'ordre général tels que le développement durable, la qualité de la vie, ou la compétitivité régionale. En fait, comprendre l'horizon temporel des changements prévus est l'une des étapes les plus importantes pour la spécification des techniques d'enquête de RD appropriées. Comme il a été remarqué dans une récente revue de littérature concernant les méthodes de PD (Polak, Jones, 1996), les horizons du long terme signifient que des changements *structurels* peuvent être envisagés par les répondants. Ces changements peuvent toucher la démographie, le style de vie ou l'économie, et pas seulement le système de transport. Même si nous sommes encore très loin de prévoir la demande de déplacement à long terme, il s'avère nécessaire d'imaginer comment les voyageurs peuvent répondre à des politiques alternatives telles que la reconcentration des logements, la limitation des voitures dans les centres historiques des villes, la limitation de la demande dans les zones où la qualité de l'air n'atteint pas les normes, ou l'introduction d'une politique de forte déréglementation de l'industrie aérienne. Un des problèmes fondamentaux qui se pose lors de la conception d'une enquête de RD est l'instabilité des réponses déclarées sur le long terme, car les réponses sont amenées à changer du fait de l'accumulation de l'expérience. Dans la suite de l'article, nous suggérons que de tels processus d'apprentissage soient considérés comme une des dimensions fondamentales lors de la collecte de données.

2.4. Planification des situations d'urgence

Les planificateurs dans le domaine des transports sont de plus en plus appelés à contribuer à la réduction des impacts négatifs de situations temporaires telles que les séquelles de catastrophes naturelles ou industrielles, les grèves dans les transports publics, les perturbations dans l'approvisionnement en énergie, ou les périodes critiques de pollution de l'air. Comme dans le cas des interventions innovantes, l'enquêteur peut faire face à la double difficulté de juger des réponses hypothétiques concernant des conditions non familières, et à faire face à des contextes politiques et sociaux très différents. Les situations d'urgence font parfois l'objet de mise sur pied de plans d'urgence, processus auquel les enquêtes de RD

ont contribué. De surcroît, les situations d'urgence réelles peuvent fournir des opportunités précieuses pour un type d'expérimentation normalement inconcevable. Nous reviendrons sur ce point par la suite.

3. PORTÉE DE LA NOTION DE RÉPONSE DÉCLARÉE INTERACTIVE

Les méthodes interactives sont «*...généralement définies comme des techniques qui fournissent une reconnaissance explicite de l'interaction entre l'interviewer et le(s) répondant(s) et tentent de l'utiliser de manière positive*» (Bates, Klinemann, 1985). Dans bien des cas, l'interaction permet la modification ou l'adaptation des instruments d'enquêtes sur le terrain, en s'appuyant sur les caractéristiques, les réponses initiales ou le comportement révélé des répondants.

3.1. Usages principaux des méthodes de RD interactives dans un modèle de maximisation de l'utilité.

La plupart des classifications des méthodes de PD font une distinction entre les enquêtes où les répondants évaluent un ensemble d'attributs et celles où ils sont amenés à choisir entre plusieurs réponses comportementales. Une bonne partie de la littérature sur les PD prend pour acquis que ces deux classes de données doivent être spécifiées et analysées à l'intérieur même d'un modèle de maximisation de l'utilité. On peut alors s'attendre à ce que les méthodes de PD interactives soient surtout proposées pour améliorer les sources de données des modèles d'utilité. Une revue détaillée des questions pertinentes de design n'est pas la préoccupation immédiate de cet article. Cependant nous devons être conscient de la contribution croissante des méthodes interactives pour répondre à trois préoccupations majeures.

Premièrement, la quantification des préférences et des choix est invalide, ou non fiable, si les alternatives présentées aux répondants sont trop nombreuses. On ne peut s'attendre à ce que les répondants considèrent toutes les combinaisons possibles sans épuisement. Étant donné que les designs factoriels expérimentaux complets ne sont réalisables que pour des problèmes très limités, (c'est-à-dire ceux pour lesquels on ne présente que peu d'attributs et peu de niveaux), on accorde plus d'attention à la spécification de designs fractionnels et hiérarchiques. La littérature abonde d'exemples des avantages de prendre des distances l'orthogonalité ou l'exhaustivité dans l'intérêt du réalisme du «package»ou pour adapter les valeurs frontières[2] (Fowkes, Wardman, 1988). Ainsi, l'emphase est maintenant mise sur ce qui est généralement appelé les designs adaptatifs, et en particulier sur le développement d'entrevues utilisant les ordinateurs portatifs : une discussion très utile des principes de tels designs se trouve dans Bradley (1988). Ceux-ci peuvent être programmés afin de générer des ensembles de préférences ou de choix pertinents par rapport à une base de choix révélés, habituellement la situation des répondant et/ou les

[2] On détermine ici une valeur maximale et une valeur minimale.

attributs de la journée en cours. Il est également possible d'inclure des questions filtres concernant des valeurs clés. Cependant, cette pratique présente certains risques notamment la non orthogonalité des estimations, les problèmes liés aux répondants ayant des préférences extrêmes, et les biais possibles issus de la corrélation entre les niveaux des variables du modèle et les composantes de l'utilité non mesurées (Polak, Jones, 1996).

Une seconde préoccupation portant sur les différences pouvant exister en la volonté de participation et l'aptitude à coopérer avec les tâches de PD. Certains banalisent les tâches présentées. Selon Bates (1994) même ceux qui coopèrent peuvent «...au cours de leur participation, choisir des «chemins» qui ne correspondent aucunement aux règles décisionnelles utilisées par l'analyste». En principe, les entrevues interactives assistées par ordinateur permettent de détecter le manque de coopération, en employant la ramification ou de mettre fin à l'entrevue si nécessaire. Évidemment, nous devons alors nous interroger sur le niveau de biais d'échantillonnage que nous sommes prêts à accepter. Quoiqu'il en soit, il est peut-être encore plus important, comme le souligne Bates, d'utiliser une autre technique interactive -le debriefing du répondant-, afin de cerner son interprétation de cette tâche et sa perception de l'exercice. Sans se soucier du degré auquel les répondants se sont conformés aux instructions, il importe particulièrement de comprendre jusqu'à quel point ils ont pu modifier leur processus décisionnel afin de participer à l'exercice.

La troisième préoccupation concerne le degré de compréhension, de la part du répondant, du *contexte* de l'exercice de préférences déclarées qui doit être largement partagés par l'ensemble des répondants et interprétés correctement par le chercheur. Cette dépendance envers le contexte est particulièrement problématique puisqu'elle peut être sous-jacente à nombre de contradictions observées dans l'évaluation des attributs, notamment le «package effect» (Bates, 1994 ; Polak, Jones, 1995). Ce dernier effet contribue dans l'analyse de la perception du contexte par le répondant généralement une évaluation moindre des attributs secondaires (tel que le confort) lorsqu'ils sont présentés dans un même ensemble que les attributs primaires (tel que le tarif) que lorsqu'ils sont présentés indépendamment dans un plan de recherche expérimental. Les méthodes interactives peuvent donc jouer un rôle dans l'analyse de la perception du contexte par le répondant lors de la phase pilote d'une enquête de PD. Nous reviendrons plus loin sur cet exemple qui illustre l'intérêt de stratégie de collecte de données impliquant plus d'un type de RD.

En résumé, ces trois questions soulevées par les méthodes de PD, telles qu'appliquées dans le modèle de maximisation de l'utilité, ont permis d'introduire des éléments clefs pour les techniques de réponse interactive :

- la constitution d'une base comportementale révélée pour une entrevue (ceci peut nécessiter un recueil des déplacements et des activités, administré et traité avant l'entrevue) ;

- le «calibrage» des instruments de RD en fonction de la base comportementale révélée et l'estimation préalable des valeurs frontières ;
- le recueil d'éléments relatif à la perception des contextes ;
- un debriefing des répondants sur ce qu'ils croyaient faire en réagissant aux tâches et aux exercices dans le cadre d'une enquête de RD.

Nous allons maintenant considérer certaines alternatives à la théorie de l'utilité lesquelles nous amènent, entre autres, à élargir et développer ces éléments.

3.2. Cadres théoriques possibles pour les comportements de déplacement

Dans la littérature sur les comportements de déplacement, l'adéquation du modèle de maximisation de l'utilité en tant que description de la manière dont les choix de déplacements sont faits a longtemps été l'objet d'un débat. Notre objectif ici n'est pas de prendre part au débat, mais plutôt de passer en revue la pertinence des méthodes de RDI pour satisfaire les besoins en données de certains autres modèles.

À la fin des années 1970, la partie du débat concernant les problèmes de mesure avait bénéficié de l'éclosion d'une série d'expériences sur les méthodes d'enquête et de modélisation en transport. Une des conséquence a été, entre autres, la reconnaissance accrue du fait que les mesures doivent varier en fonction de la *complexité* du contexte dans lequel est prise la décision du déplacement. Heggie, Jones (1978) ont classé les contextes de prise de décision en quatre principaux «domaines» qui possèdent des relations empiriques distinctes et offrent ainsi différentes possibilités de modélisation et de mesure. Les quatre domaines ont été définis suivant le degré de *liaison* ou de dépendance entre les décisions sur deux dimensions : interpersonnelle et spatio-temporelle. Ces quatre domaines sont définit comme suit : (i) indépendant, (ii) spatio-temporellement lié, (iii) inter-personellement lié, et (iv) entièrement interdépendant dans les deux dimensions. Les deux derniers domaines ont été subdivisés en fonction de la prédominance des liaisons à l'intérieur ou entre les ménages. Pour les fins de notre discussion, il faut retenir que les approches de maximisation de l'utilité peuvent être appliquées de manière limitée au domaine (i) des décisions indépendantes. Par contre, elles proposent très peu de solutions pour les domaines de décisions interdépendantes (ii), (iii), et (iv).

À cette même époque, Brög, Erl (1980), Dix (1981) et Hanson, Burnett (1981) ont jeté un éclairage nouveau sur la question. Ils ont soulevé plusieurs problèmes de mesures qui sont loin d'être résolus une décennie et demi plus tard. Brög et Erl se sont longtemps interrogés sur le fait que les planificateurs puissent étudier et décrire les déplacements sans égard à l'évolution des activités humaines qui le permettent. Ils argumentent que seules les mesures interactives peuvent convenablement faire le lien entre les décisions de déplacement actuelles et futures des ménages et le *contexte situationnel* d'où proviennent les facteurs qui

déterminent le degré de flexibilité dont jouissent les membres d'un ménage. Ils nous mettent en garde contre le fait d'espérer que les variables socio-économiques puissent expliquer le contexte situationnel. Pour comprendre le comportement, ils suggèrent plutôt de recréer une chaîne de «circonstances objectives-perception personnelle-situation subjective-décision individuelle-comportement». Cette suggestion implique toutefois de concevoir une enquête exhaustive en ayant recours à des méthodes variées, certaines pouvant étudier les efforts des ménages pour réorganiser leurs déplacements en fonction de changements hypothétiques dans l'offre de transport, et d'autres permettant d'observer le processus de décision des ménages en tant que tel. L'émergence de plusieurs méthodes, telles que les jeux de simulation, favorisent grandement la collecte de données, mais aucune d'entre elles ne représente «la» solution à tous les problèmes. Les auteurs Brög et Erl citent ainsi un bon nombre d'applications où l'on peut comprendre le comportement sans perdre de vue le besoin des planificateurs d'évaluer la demande.

De son côté, Dix différencie le développement des approches fondées la détermination de l'utilité des attributs et les méthodes de mesures conjointes («Conjoint Measurement») (cette dernière apparaissant plus tard dans l'approche de PD basée sur l'utilité) d'autres approches telles que la segmentation en fonction de l'attitude («Attitude-Based Segmentation») et les mesures interactives fondées sur les schémas d'activités. Il attire lui aussi notre attention sur le fait que la notion de choix est plus un *processus* qu'un événement, et il énumère une série de concepts psychologiques adoptés par les différents chercheurs s'intéressant au comportements de déplacement pendant les années 1970 : la théorie de l'apprentissage, la formation des habitudes, la dissonance cognitive, le «satisficing», le modèle non-compensatoire fondé sur l'utilité de chaque attribut, la recherche de la variété et de la curiosité comme composante de la maximisation de l'utilité, les seuils de réponse psychologique, et l'attention et l'acquisition sélective de l'information.

Pour leur part, Hanson et Burnett s'intéressent d'avantage aux mesures de déplacement en tant que comportement complexe en situations contraintes. Ils couvrent l'aspect théorique beaucoup plus en profondeur, dans une perspective spatiale et se déclarent en faveur de la «sélection flexible des procédures méthodologiques pour un problème donné». De même que Dix, ils établissent une grande distinction entre le *choix exprimé* et la *liberté d'action*. Ce discernement explique pourquoi le terme «Réponse Déclarée» est plus approprié que le terme «Préférence Déclarée» pour la classe de méthodes d'enquêtes à laquelle s'intéresse cet article. Si le choix est un processus, alors la compréhension des réponses comportementales en fonction de diverses contraintes requiert des mesures dynamiques de la liberté d'action. Ainsi, dans le domaine des PR, Hanson, Burnett soulignent la nécessité d'avoir un panel longitudinal de données sur les activités, alors que dans le domaine des RD, ils mettent en évidence, tout comme Dix, le jeu de simulation comme étant un outil d'enquête prometteur pour explorer la dynamique de la liberté d'action en fonction de conditions nouvelles.

Depuis la publication de ces trois articles, il y a 14 ans, la planification en transport a, dans l'ensemble, continué à dépendre d'enquêtes conçues à partir des théories micro-économiques et des modèles économétriques. Pendant cette même période, le développement de méthodes d'enquêtes construites autour de concepts comportementaux autres que la maximisation de l'utilité ont vu le jour. De même, un nombre considérable de recherches pertinentes sur les méthodes fondées sur les schémas d'activités et les processus de décision sont apparues, surtout dans les domaines tels que la recherche sur l'utilisation du temps, la psychologie organisationnelle et le comportement du consommateur. Nous approfondissons plus loin quelques uns de ces développements, mais pour comprendre le type de données requis, il importe tout d'abord d'introduire la variété de concepts comportementaux et les hypothèses qui peuvent être inclues dans les modèles de choix de déplacement. À ce sujet, Gärling (1994) fournit une utile revue des hypothèses comportementales alternatives qui amènent les concepts développés dans les années 1970 dans le contexte d'une grande partie des recherches comportementales récentes. Essentiellement, ces hypothèses sont : l'interdépendance des décisions «planifiées», l'acquisition, la représentation et l'utilisation de l'information et sa relation avec le comportement planifié, la variété des règles décisionnelles heuristiques et fondées sur la raison utilisées par les voyageurs, le potentiel des facteurs sociaux à contraindre l'égoïsme, et le processus d'implantation et de conservation des choix.

3.3. Portée des méthodes de RD interactives sous des cadres théoriques alternatifs

À ce stade de la discussion, le planificateur en matière de transport devant rédiger un appel d'offres pour recueillir de nouvelles données sur les changements potentiels dans les comportements de déplacement peut être pardonné s'il désespère de pouvoir traduire cette pléthore de concepts comportementaux en méthodes applicables aux impératifs des analyses de politiques telles que la gestion de la demande et de la qualité de l'air. Nous devons admettre que, dans la mesure où le choix du trajet est conceptualisé comme un processus socio-psychologique complexe et dynamique, une grande partie de la recherche destinée à formaliser la validité de nos analyses peut être toujours incomplète bien après que les besoins en données de l'ISTEA et du «Clean Air Act» aient été satisfaits. Après tout, la modélisation des comportements de déplacement n'a fait que des progrès limités dans ce sens au cours des deux dernières décennies.

Néanmoins, ce serait une erreur de penser que la partie des nouvelles données recueillies qui concerne le comportement futur doit se limiter aux problèmes atténués qui sont compatibles avec les modèles prévisionnels fondés sur les PD, et qui représentent actuellement le fin du fin. À moins que nous ne construisions aussi une fondation de données sur lesquelles les modèles explicatifs de comportements plus complexes puissent être développés et que nous utilisions

cette connaissance pour valider les hypothèses simplificatrices sous-jacentes dans la plupart des PD actuelles, la crédibilité de tous les outils utilisant les RD sera mise en doute. Une partie de cette validation proviendra de l'application simultanée de différents instruments, et nous avançons, comme beaucoup d'autres avant nous, que les stratégies multi-instrumentales de collecte de données peuvent offrir plus que la somme des parties en mesure des comportements de déplacement. Mais nous avons besoin de certains critères pour trouver la juste mesure entre spécificité et globalité, explication et prévision, quantitatif et qualitatif, en vue de sélectionner l'ensemble optimal de méthodologies d'enquête compte tenu de l'environnement d'une politique particulière. Dans la section suivante de cet article, en guise de première étape, nous présentons un schéma distinguant les quatre principaux types d'enquêtes de RD. Cependant, nous devons tout d'abord étudier les conséquences générales, pour les méthodes d'enquêtes, des alternatives majeures au modèle de maximisation de l'utilité. Pour cela, nous allons utiliser les cinq domaines d'hypothèses comportementales alternatives de Gärling (1994).

(a) L'interdépendance des décisions «planifiées»

Gärling insiste sur les théories de résolution de problèmes de la prise de décision. Il suggère en particulier l'utilisation de modèles de systèmes de production pour connaître la manière dont les gens planifient. De tels modèles incluent les métadécisions sur l'étendue de la planification et sur les lignes directrices à adopter. Il avance que ces métadécisions, ainsi que les circonstances externes, sont plus importantes que ce que l'on croit généralement. Dans les enquêtes étudiant les réactions dans un contexte futur, cela semble demander des répondants une sorte d'exercice de résolution de problème. Clairement, un paramètre clé de la conception serait la complexité des interdépendances pertinentes pour le problème. Les domaines des contextes de décision de Heggie, Jones (1978) constituent un bon point de départ pour cela. De tels exercices de résolution de problèmes devraient être interprétés en relation avec les règles de décisions utilisées précédemment dans des contextes de complexité comparable - voir (c) ci-dessous.

(b) Acquisition/représentation/utilisation de l'information et relations avec les comportements planifiés

Cette partie concerne essentiellement la formation et l'imagination des ensembles de choix. Pour expliquer le choix, nous devons savoir quel est le type d'information recherché et sélectionné par le répondant lorsqu'il doit faire un choix, et essayer de caractériser la représentation cognitive de cette information. Une partie de cela réside dans la perception environnementale - du lieu, de la nature et de l'intérêt de la destination. Une autre partie est la perception de différentes catégories des risques associées à un déplacement pendant une journée particulière, à une heure particulière, sous des pressions temporelles particulières, comme la possibilité d'un accident de voiture ou d'une arrivée en retard à son travail.

Gärling fait remarquer que le risque et l'incertitude sont en général ignorés lors de la modélisation d'un choix de trajet. Une partie de notre travail sur l'exposition au risque d'accident à l'Université Laval concerne la manière dont les conducteurs d'automobiles créent, imaginent et testent leur choix de trajets face au risque perçu, aux contraintes externes et à des conditions détériorées. Cela conduit à un modèle conceptuel des ensembles d'opportunités, connu sous le nom d'«enveloppe opérationnelle» («Operating Envelope»), qui a guidé plusieurs expériences sur les méthodologies d'enquête de RD auprès de conducteurs d'automobiles (Lee-Gosselin, 1990a ; 1992). D'après ce modèle, le recueil de données devrait se focaliser sur les circonstances dans lesquelles un individu recherche de l'information sur les options absentes de son expérience quotidienne, et sur l'apprentissage provoqué par le comportement nouveau, projeté et non projeté. Par exemple, le développement d'un nouveau centre commercial amène de nombreux conflits entre l'accès au centre et la fluidité de la circulation, et un automobiliste pourra chercher de nouvelles routes moins chargées pour son trajet domicile-travail.

Nous avons remarqué auparavant dans cet article l'importance de l'*horizon temporel* des changements de trajet anticipés pour la spécification des techniques d'enquêtes de RD appropriées. Cette question est primordiale pour le processus d'obtention d'informations et d'apprentissage. Par exemple, les besoins d'information pour évaluer des options de trajet suite à un changement de domicile sont différents de ceux nécessaires pour faire face à un jour de grève à la garderie. On peut s'attendre à ce qu'un individu ait beaucoup plus à apprendre dans le premier cas, y compris sur le plan des interdépendances. La focalisation sur le processus d'apprentissage et d'obtention d'informations associée aux décisions à long terme est aussi une des réponses aux préoccupations, exprimées notamment par Polak, Jones (1996), concernant la stabilité temporelle des résultats obtenus à partir des méthodes de PD.

(c) Diversité des règles de décisions raisonnées et heuristiques utilisées par les voyageurs

Gärling énumère une série de théories soutenant l'utilisation de règles de prise de décision différentes et peut-être multiples. Il suggère que le choix de la règle puisse varier en fonction de demandes telles que la contrainte horaire, la surcharge d'information et la précision désirée. Les exemples incluent le «satisficing» (règle de décision conjonctive), le choix sur la base d'un attribut dominant (règle de décision lexicographique), l'élimination en fonction de l'aspect, la fréquence des caractéristiques bonnes ou mauvaises, l'utilité attendue, l'utilité additive et l'utilité additive pondérée. La maximisation de l'utilité est alors une source nécessaire mais non suffisante de règles. Les théoriciens en matière de décisions ont rangé les règles en catégories facilitant la conception de la collecte de données. Par exemple, Payne, al. (1993) font la distinction entre les règles

compensatoires entraînant des compromis (dont les compromis sur les utilités) et les règles *non compensatoires* telles que le «satisficing». Il faut faire attention : le terme «règle» est aussi appliqué à des décisions dans un sens beaucoup plus étroit : «SI je pense rapporter beaucoup de provisions, ALORS, je prend la voiture.» Cela fait aussi partie des types de règles contenues dans les systèmes expert fondés sur des bases de connaissances (Knowledge-Based Systems (KBS)).

Même si la présence de règles non compensatoires (notamment les règles lexicographiques) est souvent rapportée dans les études de PD, l'observation des règles de décision sélectionnées est rarement un *objectif* de la collecte de données. Nous devons admettre que la mise en évidence des règles présente des défis méthodologiques substantiels. Cependant, rappelons que la notion de plans (voir (a)) inclut des métadécisions au sujet desquelles des règles de décision sont appliquées dans des circonstances données. Cela suggère que nous devrions au moins essayer d'inférer des «règles pour l'utilisation des règles» à partir des enquêtes qui recherchent puis caractérisent les actions des répondants dans le cas à la fois de comportements «révélés» récents et dans la simulation de nouveaux choix. Dans le cas de contextes de décision relativement étroits, il peut être possible d'établir notre compréhension après avoir mis en évidence des règles détaillées de type «SI-ALORS», ce qui peut être fait en utilisant les méthodes KBS.

Plusieurs méthodes d'enquêtes pertinentes fondées sur les jeux de simulation recueillent les schémas d'activités réalisés sur une période assez raisonnable et s'en servent pour construire et calibrer un exercice de résolution de problème. Le «calibrage», dans ce type de méthodologie, ne renvoie pas au calibrage du modèle, mais permet d'établir, d'une manière partagée par les répondants et les interviewers, la nature et la quantité de ressources disponibles pour résoudre le problème, et dans certains cas pour établir des limites analogues aux valeurs frontières évoquées précédemment dans le cadre de la théorie de l'utilité. Une variante particulièrement prometteuse impliquerait le suivi et le debriefing durant une période d'expérimentation sur le terrain, par exemple une voie provisoire réservée au covoiturage, ou une «expérience naturelle» créée par une situation d'urgence comme une grève dans les transports en commun, ou les conséquences d'un tremblement de terre. Comme il a été suggéré au (a), lorsque l'on interprète les métadécisions simulées à la lumière des règles observées pendant la période de comportement révélé, il est important de s'assurer non seulement que le calibrage est réaliste, mais aussi que la complexité (c'est-à-dire le degré d'interdépendance) des différents domaines de décision est comparable.

(d) Potentiel des facteurs sociaux pour contraindre l'égoïsme

Nous devons tenir compte de la possibilité que les gens soient influencés par les conséquences collectives, ou par les conséquences pour l'individu découlant des conséquences collectives, de leurs décisions. Gärling suggère que nous explorions ce dilemme social dans le domaine des transports. Il a lui-même développé des

instruments pour étudier les «dilemmes communs» sur l'impact environnemental de l'utilisation des voitures particulières (Gärling, Sandberg, 1995).

Dans ce domaine, il est particulièrement important d'utiliser des méthodes très interactives afin de tester la crédibilité des Réponses Déclarées, car les répondants peuvent offrir une vision erronée de leurs intentions lorsqu'on leur présente des situations hypothétiques propices à l'altruisme. En termes pratiques, les données sont la plupart du temps recueillies à partir de simulations de dilemmes sociaux ou de situations dans lesquelles un changement dans le comportement de déplacement de l'individu contribuerait au bien commun, comme la réduction de la pollution de l'air. Parmi les exemples pertinents, on dénombre les enquêtes réalisées sur la base de jeux étudiant les réponses volontaires potentielles en situation de rationnement de l'énergie (Lee-Gosselin, 1990) et l'adoption de véhicules peu polluants (Kurani, Turrentine, Sperling, 1994).

(e) Processus d'implantation et de maintien des choix

La dernière des catégories d'hypothèses comportementales alternatives de Gärling concerne la propension à agir en accord avec les décisions, et de conserver ce comportement. Nous ne nous intéressons pas ici aux préférences exprimées versus la liberté d'action, mais à la possibilité qu'un choix réaliste échoue lors de sa mise en oeuvre. La donnée que nous devons examiner ici concerne les limites du contexte à l'intérieur desquelles l'individu considère qu'une réponse comportementale donnée peut être tolérable. Nous pouvons remarquer que cela est l'*inverse* de la question pro-forma sous-jacente à la plupart des RD : «comment agiriez-vous dans la situation suivante ?» Il est recommandé d'avoir recours à des entrevues pour une telle exploration des limites contextuelles ayant pour but de déterminer les intentions.

Le maintien d'un choix peut impliquer d'autres mécanismes. L'«automatisation» peut expliquer pourquoi certains comportements persistent sans être confortés par une décision délibérée, ou même dans une période où le dit comportement entre en conflit avec les attitudes de l'individu. L'automatisation sous-entend que des options plus avantageuses ne sont pas toujours assez évidentes ou saillantes pour être évaluées ; ainsi, les mécanismes chargés de changer les habitudes persistantes sont fortement liés à l'acquisition, la représentation et l'utilisation d'informations. Les données nécessaires pour vaincre la persistance sont en substance les mêmes que celles présentées ci-dessus au (b).

Pour conclure cette brève discussion concernant les données nécessaires pour comprendre les choix de déplacement en fonction de cadres conceptuels alternatifs, nous pouvons tirer ces conclusions :

- les méthodes de mesure interactives sont promises à jouer un rôle majeur dans tous les domaines touchant aux hypothèses comportementales alternatives ;

- une base d'activité correctement définie est essentielle lorsque l'interdépendance des décisions est élevée ;
- l'importance des processus par rapport aux états rend nécessaire le suivi, les jeux de simulation et l'expérimentation ;
- certaines méthodes de RD nécessitent une mise en évidence et pas seulement le maintien constant de nombreux facteurs liés à la décision.

Ce dernier point nous amène directement à la taxinomie que nous présentons dans la section suivante.

4. TAXINOMIE DES APPROCHES DE REPONSES DECLAREES

Il est évident que l'ensemble des outils utilisés pour les RD comprend une large gamme de techniques potentielles et existantes. La sélection d'une méthode RD adéquate dans le contexte d'une politique donnée est, bien sûr, dépendante de nombreux facteurs situationnels tels que le budget, les sensibilités politiques et les niveaux désirés de représentativité et de précision. Cependant, les planificateurs en matière de transport doivent aussi juger de la pertinence des différentes approches pour mesurer la réaction des voyageurs face à de nouvelles situations. Il est donc temps selon nous d'adopter une nomenclature qui va de pair avec les développements méthodologiques. En particulier, après une décennie à peine depuis son adoption dans le langage des transports, le domaine de définition du terme Préférence Déclarée varie beaucoup selon les auteurs. Nous proposons ici un schéma simple qui affecte le terme PD à seulement une des quatre classes d'approches des études de RD. Signalons toutefois que ceci est une classification des *contenus des mesures* et non des méthodes. Chaque approche peut être menée par plusieurs méthodes, bien qu'il y ait des méthodes plus fréquemment associées avec une classe particulière.

4.1. Définir la base pour la classification : le degré de non prédétermination des réponses comportementales et des contraintes

Un problème central se posant dans le développement des techniques de RD est le degré de prédétermination de l'ensemble des choix pour lesquels on cherche une réponse. Il y a deux groupes principaux de variables à considérer : les réponses comportementales et les contraintes sur le comportement. Les réponses comportementales font référence à ce qu'un voyageur devrait faire : modifier l'heure de départ, le mode, le véhicule la destination et ainsi de suite. Ces changements peuvent être valables pour un seul voyage ou perdurer à court terme ou à long terme. Les contraintes peuvent être composées de plusieurs attributs, la plupart d'entre eux étant externes ou environnementaux, mais certains étant internes ou personnels. La composition des contraintes externes inclut les attributs offerts par le transport (tels que les variables de prix et de niveau de service, qui peuvent varier en fonction de l'heure ou du jour), les ressources, les attributs spatio-temporels des destinations, la coordination des emplois du temps inter et intra-ménage, les

obligations, les contrats, les normes sociales et religieuses, les lois et réglementations concernant la circulation etc. Les contraintes internes comprennent, entre autres, les aptitudes fonctionnelles, les propensions aux dysfonctions temporaires, les dépendances, les perceptions des risques, les valeurs fondamentales, l'éthique, et l'adhésion aux tabous. Les contraintes peuvent aussi être vues comme des composantes du contexte de décision.

Notre classification des RD est définie fonctionnellement selon que : soit les modifications du comportement, soit les contraintes, soit ces deux notions sont *plutôt «élicitées»* (c'est-à-dire mesurées sans explicitations préalables) ou *plutôt explicitées* au cours de la collecte de données. Hanson, Burnett (1981) penchent pour que les nouvelles techniques ne prédéterminent pas ces deux phénomènes. Cette non prédétermination peut être indésirable (dans les designs factoriels de PD), ou désirable (dans les jeux de simulation), mais cela amène des types de mesures très différents. Ne pas prédéterminer des contraintes est moins habituel que ne pas prédéterminer des modifications comportementales dans les enquêtes sur les transports. Mais cette technique a déjà une longue histoire comme choix de design pour des applications de jeux de simulation destinés à l'exploration de processus. Nous avons aussi remarqué que dans les modélisations traditionnelles des comportements de déplacement, les résultantes (réponses) sont vues comme des variables dépendantes et les contraintes comme des variables indépendantes. Partant de cela, «éliciter» des contraintes est plus radical qu'«éliciter» des résultantes, et «éliciter» les deux rend les inférences causales plus difficiles à tester.

4.2. La taxinomie

La Figure 1 résume les quatre approches. Bien que nous ayons donné des noms à chaque cellule, il est important de conserver à l'esprit que l'«élicitation» n'est pas un choix binaire mais une question de degré, et que les catégories sont des tendances avec des aires de chevauchement sur les deux dimensions. Ainsi, on peut s'attendre, et cela est souhaitable, à ce que plus d'une des quatre approches puisse être employée pour un ensemble d'instruments. Dans chacune des cellules, nous exposons l'intérêt d'utilisation de la mesure, ainsi qu'une question type, ou prototype pour clarifier le type d'information cherchée. Bien sûr, les mots utilisés dans les questions ne sont pas les termes réels, mais plutôt une manière de mieux visualiser l'essence de l'approche.

Les intérêts de mesure cités sont ceux que nous estimons convenir le mieux aux quatre quadrants : la non-prédétermination des réponses et des contraintes croît lorsque nous nous déplaçons vers le bas et vers la droite. Le nombre et la variété des réponses par répondant augmentent aussi dans ces directions, et des échantillons plus petits (mais de meilleure qualité) sont alors appropriés. Néanmoins, comme les enquêtes et les techniques d'analyse se développent, il est possible que certains types d'information puissent se trouver dans plus d'un quadrant. Dans la discussion qui suit, nous donnons des exemples réels des quatre classes de RD, mais il est

important de conserver à l'esprit que ceci est autant un cadre pour développer une nouvelle méthodologie qu'une manière de classer les techniques disponibles.

REPONSES COMPORTEMENTALES	CONTRAINTES (exprimées en attributs : personnel/foyer/social/spatial/offre, etc) — *plutôt explicitées*	CONTRAINTES (exprimées en attributs : personnel/foyer/social/spatial/offre, etc) — *plutôt élicitées*
plutôt explicitées	**PREFERENCE DECLAREE** (intérêt = compromis, utilité) *«Etant donné les niveaux d'attributs dans ces options, laquelle préféreriez-vous : [A]... ? [B]... ? etc»*	**TOLERANCE DECLAREE** (intérêt = limites d'acceptation et seuils de changement) *«Dans quelles circonstances pourriez-vous vous imaginer faire : [r1]... ? [r2]... ? etc»*
plutôt élicitées	**ADAPTATION DECLAREE** (intérêt = comportement provisoire et réactif ; résolution de problèmes, règles) *«Que feriez-vous différemment si vous vous trouviez confronté à ces contraintes spécifiques : [...scénario détaillé] ?»*	**PROSPECTIVE DECLAREE** (intérêt = processus d'apprentissage, recherche d'information, imaginer, former et test d'ensemble de choix, métadécisions) *«Dans quelles circonstances seriez-vous susceptible de changer votre comportement de déplacement et comment feriez-vous [...contexte large] ?»*

Figure 1 : Taxinomie des approches d'enquêtes de Réponses Déclarées, montrant des questions type.

4.2.1. «Préférence Déclarée» (PD)

Nous avons choisi de réserver ce terme pour les approches qui impliquent un choix forcé ou des compromis entre des options prédéterminées, parce que ces options sont soit exprimées en terme d'ensemble d'attributs, soit comme des options comportementales face à un ensemble de contraintes données. Ainsi définie, les enquêtes de PD se focalisent en général sur un déplacement spécifique ou sur un déplacement répété comme un trajet pour se rendre à son travail. Cette utilisation de l'étiquette PD est en accord avec la plupart des définitions publiées de PD (telle que celle de Kroes, Sheldon, 1988), et est cohérente avec l'interprétation prédominante de ce terme. Les enquêtes de Préférence Déclarée sont la source la plus importante, mais non la source exclusive des données concernant les choix futurs pour les modèles d'utilité. Ces approches ont fait des progrès très significatifs au cours de la dernière décennie et sont de mieux en mieux acceptées par les concepteurs de politiques. Polak, Jones (1996), ont analysé les limites actuelles des méthodes utilisées dans ce quadrant.

4.2.2. «Tolérance Déclarée» (TD)

En se déplaçant vers la colonne de droite de la Figure 1, nous ne demandons plus aux répondants de réagir à un niveau ou aux spécificités donnés des attributs, mais plutôt d'identifier la nature et le niveau de contraintes qui délimitent l'acceptabilité des réponses comportementales possibles. Dans cette cellule, nous utilisons le terme «tolérance» pour mettre l'accent sur ces limites pour un ensemble de comportements particuliers donnés.

La plupart des applications sur les «Prix de transfert» (Transfer Prices), le précurseur de nombreux travaux sur les PD en transport (Hensher, 1976), et sur le consentement à payer («Willingness To Pay») appartiennent à ce quadrant. Nous voulons aussi attirer l'attention sur l'utilisation des données de «Prix de transfert» dans les premières applications de microsimulations pour la modélisation du choix de déplacement, par exemple les travaux de Bonsall (1979) sur le covoiturage organisé.

Les enquêtes limitées au «Prix de transfert» ou au consentement à payer («Willingness To Pay») sont à gauche dans le quadrant TD, car il est possible de ne pas prédéterminer de nombreux autres types de contraintes. Il peut être demandé aux répondants d'identifier à la fois les catégories de contraintes et les niveaux auxquels ils y sont sensibles. En terme d'analyse de politique, cela suggère que la TD permet d'étudier une large gamme de barrières perçues et d'incitations à adopter des comportements spécifiques. Cela est donc particulièrement pertinent pour les questions liées à la *mise en oeuvre des choix* discutée dans la Section 3. La question type peut alors être posée sous forme négative, c'est-à-dire «Dans quelles circonstances pouvez-vous vous imaginer ne plus faire... ?». Que l'approche soit positive ou négative, nous tentons de découvrir l'étendue des contraintes à l'intérieur desquelles un comportement particulier est susceptible d'être toléré, ou les conditions seuil entraînant un changement comportemental.

Un développement lié ayant fourni des bases pour la TD est la méthode d'Evaluation Contingente (EC). Cette dernière a été utilisée pour évaluer des préférences envers les biens environnementaux aussi bien que pour estimer -bien que cela ne se soit pas fait sans controverse- les compensations appropriées en cas de désastre environnemental. En plus de son application potentielle aux impacts environnementaux des transports, nous devons mentionner d'importantes disparités révélées par les études EC. En général, la compensation monétaire requise pour que le répondant accepte une perte donnée de qualité environnementale («consentement à accepter», «Willingness To Accept») est plusieurs fois supérieure au montant correspondant du «consentement à payer» du même répondant pour un niveau équivalent d'amélioration de l'environnement. En outre, cette différence [«est beaucoup plus grande que ce qui peut être expliqué par les effets du revenu»] (Payne, Bettman, Johnson, 1993). Ces auteurs avancent un grand nombre de questions plus vastes, incluant le rôle joué par la provision d'information donnée au

répondant, et plus largement le fait que les techniques d'évaluation telles que l'EC créent des valeurs autant qu'elles les révèlent". Ces leçons suggèrent qu'il est plus avantageux d'explorer des *ensembles* de contraintes associés avec des réponses particulières du comportement plutôt que de tout réduire à des valeurs monétaires, mais en faisant cela, nous avons besoin d'un plan pour que la provision d'informations fournie au cours de l'enquête soit cohérente.

Le potentiel du quadrant de TD pour explorer des contraintes autres que les prix semble avoir été relativement négligé dans les enquêtes sur les transports. Les méthodes appropriées comprennent les entrevues personnelles ou téléphoniques : les instruments auto-administrés ne sont envisageables que pour des ensembles de contraintes très limités.

4.2.3. «Adaptation Déclarée» (AD)

Si l'on se place désormais sur la ligne inférieure, nous permettons désormais aux répondants d'imaginer eux-mêmes comment ils réagiraient dans une nouvelle situation les concernant. L'Adaptation Déclarée est l'inverse de la TD et emploie un type de question beaucoup plus familière du type «que feriez-vous si...». Dans ce quadrant, les contraintes sont posées de manière suffisamment détaillées pour espérer comprendre l'éventail des adaptations -les réponses comportementales- que les répondants seraient capables et désireux d'adopter dans de telles circonstances. Tout comme pour les TD, le nombre de catégories de contraintes peut varier.

Notre définition de ce quadrant inclut, du point de vue technique, une version sans réponses prédéterminées de ce qui était généralement connu dans les années 70 comme des enquêtes sur les «intentions déclarées», consistant en des réactions non prédéterminées à des changements donnés dans les attributs de l'offre. Cependant, cela n'a jamais été une base très crédible pour évaluer les choix dans des contextes futurs et nous avons adopté le terme «adaptation» dans ce quadrant pour suggérer des techniques qui amènent à la *validation* imaginaire ou expérimentale des comportements réactifs. Cela nécessite des données sur les comportements simulés ou «réalisés expérimentalement», et l'observation des conséquences sur le comportement - et spécialement les interrelations. Idéalement, les données sont recueillies à la fois sur la méthode de résolution de problèmes, les règles employées et les comportements choisis par les répondants. Cela constitue des techniques intensives impliquant de petits échantillons de grande qualité.

Le meilleur exemple connu de technique fondée sur une simulation dans ce quadrant est HATS (Jones, 1979). Pour chaque membre du foyer participant, HATS recueille le schéma d'activité réalisé pour un jour donné en le figurant à la fois sur un emploi du temps et sur une carte. De nouvelles contraintes telles que des modifications dans les heures d'école sont introduites, et les membres du foyer essaient de les concilier avec leur emploi du temps. Toutes les modifications sont validées en relation avec l'ensemble des autres contraintes saillantes de chaque

individu, prenant en compte notamment les liens avec les autres membres du foyer dans la nouvelle situation.

Deux enquêtes récentes faisant intervenir ce type de résolution de problèmes simulés concernent l'impact des véhicules électriques à capacité limitée (VE) sur les déplacements domestiques. Ces deux enquêtes (Kurani, al., 1994 ; Faivre d'Arcier, al., 1995) utilisent un ensemble d'enquêtes pour observer l'impact de la portée et des besoins de chargement des VE sur la manière dont les ménages multi-véhicules gèrent l'utilisation de leurs véhicules sur une période de simulation de sept jours, sous divers scénarios. Ce travail a été mené respectivement en Californie et dans la région Rhône-Alpes en France, en utilisant des dérivés de CUPIG (voir plus bas). Cette fois encore, une entrevue sous forme de jeu est élaborée à partir de récapitulatifs des comportements révélés récents. Les choix simulés sont débattus entre les membres du foyer concernés puis validés avec précaution au regard de leur faisabilité. Dans le cas de la Californie, l'enquête AD (N=51) a été appuyée par d'autres enquêtes : entrevues semi-structurées suite à un essai de conduite d'un VE ; entrevues avec les premières personnes ayant adopté la technologie VE ; et une enquête postale sur un échantillon de taille moyenne (N=455), au sujet des habitudes d'utilisation des automobiles et des attributs désirés pour les nouveaux véhicules. Le questionnaire de cette dernière enquête a été conçu en utilisant les éclaircissements provenant de l'enquête RD.

Certaines études parallèles de type PD/TD aux États-Unis, destinées à établir l'(in)utilité de l'autonomie et des besoins de chargement des VE, ont suggéré, en général, que les voitures devraient être vendus à des prix très réduits pour que les gens les achètent, bien qu'un fort pourcentage des cycles quotidiens d'activités des automobiles soit couvert par le rayon d'autonomie des VE actuellement disponibles. Certains analystes de marché ont alors supposé que seule la partie extrême du segment de marché des «Verts» (attirés par l'idéologie écologiste) accepterait d'échanger leur deuxième voiture pour un VE. L'enquête d'AD, cependant, fournit des indices sur la manière dont l'adaptation aux VE pourrait être anticipée ; il semble de plus qu'en Californie, le marché des Verts est moins important qu'un segment de marché qui exploiterait les VE comme une technologie complémentaire et non comme un substitut direct à l'un des véhicules du ménage. Le travail sur l'AD en Californie a aussi montré que la notion de «second» véhicule n'est même pas une réalité contemporaine dans la plupart des foyers multi-véhicules. Les répondants en France, qui ne sont pas confrontés aux réglementations du marché californien pour les véhicules à faible émission, ont leurs visions particulières sur la manière dont les VE pourraient rejoindre leurs intérêts dans le futur ; ces différences sont très intéressantes mais ne concernent néanmoins pas directement notre discussion actuelle.

Le point clé est que la focalisation des AD sur la résolution de problèmes fournit des éclaircissements importants sur la manière dont le marché pourrait se développer, fondés sur les *utilisations* imaginées par les répondants. Avec ce travail,

il n'a pas été possible de quantifier les estimations de pénétration du marché, et c'est pourquoi l'étude de PD/TD sur les attributs des VE a aussi été entreprise. En Californie, les témoignages fournis par l'étude AD sont différents et plus favorables que ceux apportés par l'étude PD. Le concepteur de la politique doit évaluer ces témoignages et essayer d'éviter les interprétations extrêmes qui peuvent provenir d'un attachement idéologique à une approche ou à l'autre.

Un autre exemple récent d'AD concerne les scénarios hypothétiques de restriction temporaire d'utilisation des voitures dans une ville, ainsi que les scénarios de péages urbains permanents avec et sans l'introduction d'une nouvelle offre de transports publics (Raux, al., 1994). Cette enquête (N=16) a été menée à Lyon, en France, et a utilisé certaines des aides visuelles conçues pour représenter les comportements révélés dans l'enquête sus-citée sur le VE en France. Ici, l'intention première était d'orienter la conception d'une enquête future de PD sur ces deux types de politiques. L'interaction entre ces deux politiques était trop complexe pour élaborer une enquête RD en une seule étape. L'ampleur des contextes donnés place cette étude à la droite du quadrant AD, mais son pôle d'intérêts a été clairement établi comme étant l'observation des adaptations.

Les utilisations des techniques de «l'Évaluateur de Priorité» (EP «Priority Evaluator») de Hoinville (1971) sont des approches AD. Dans les enquêtes EP, on a fixé le prix de niveaux d'attributs prédéfinis dans une monnaie. On donne aux répondants un budget imaginaire dans cette monnaie et on leur demande de l'allouer en fonction des attributs et des niveaux de leur choix. De manière idéale, le budget est calibré en fonction de la valeur des choix réels sur ces mêmes attributs, et on demande au répondant de s'adapter à un budget différent. Bien qu'à l'origine les principes d'allocation de budget étaient utilisés pour étudier les compromis entre les investissements de biens d'équipement, ils peuvent être utilisés pour provoquer («éliciter») des réponses comportementales et pour étudier l'utilisation des règles. Par exemple, lors de l'étape de rationnement, d'un jeu de simulation concernant tout le ménage au sujet de la pénurie de carburant, Lee-Gosselin (1990b) a utilisé un tableau comptable pour pouvoir retracer le budget consacré au carburant par catégorie d'activité lorsque des mesures étaient prises pour réduire l'utilisation des automobiles. Dans ce cas, le budget était un pourcentage du carburant réellement utilisé pendant une période récente de sept jours pour laquelle les activités avaient été enregistrées.

Comme il a été mentionné dans la discussion concernant les cadres conceptuels alternatifs, les expériences réelles sur des offres innovantes ou sur diverses sortes de situations d'urgence peuvent fournir des opportunités excellentes pour observer comment les voyageurs s'adaptent aux modifications des contraintes dans des situations qui ne seraient réalisables que par simulation. Un exemple d'adaptation par le télétravail après un tremblement de terre a été décrit par Pratt (1991). Deux autres exemples plus récents concernent les péages urbains. Une approche empirique d'AD a été proposée en 1994 pour une enquête concernant le

Bay Bridge (Oakland - San Francisco). L'expérimentation devait être connue seulement des répondants, à qui il aurait été donné un bon pour payer des péages en fonction d'une variété de schémas de péages de congestion, et dont les choix auraient été retracés puis discutés au cours d'une série d'entrevues téléphoniques (AMPG, 1994). Les répondants auraient dû ajouter une somme d'argent personnelle pour conserver leur niveau précédent de traversée du pont aux heures de pointe. Un exemple plus sophistiqué de ce type d'essai a été mis en oeuvre à partir de la fin de l'année 1994 à Stuttgart, Allemagne (Hug, Mock-Hecker, Würtenberger, 1995). On a utilisé une carte de débit prépayé («MobilPASS»), valable à la fois pour le paiement de péages urbains variés en fonction du niveau de congestion et pour une option combinant le prix du stationnement du véhicule et le prix du billet du transport en commun à partir de la station la plus proche du lieu de stationnement. Les choix des usagers sont automatiquement enregistrés puis analysés en fonction d'un carnet des déplacements aux heures de pointe établi sur une période de plusieurs mois. Pour cette expérience, la carte est payée intégralement au début de chaque mois par les répondants, le prix étant basé sur les pratiques de déplacements du mois précédent. À la fin du mois, ce montant d'argent est restitué ; mais tous les crédits inutilisés provenant de l'évitement de la congestion s'accumulent et sont payées à la fin de l'expérience. La récompense prévue dans le design de ces deux expériences de péage contribue à la participation à l'enquête de suivi.

Dans toutes les stratégies de RD, il existe toujours la possibilité de valider les choix simulés par rapport aux choix réels sur une base individuelle sous réserve qu'il est possible de recontacter les répondants. Cela est particulièrement approprié dans le cas des simulations d'AD étant donné que les réponses ne sont pas prédéterminées et que les détails sur la manière dont l'adaptation survient sont enregistrés. L'intérêt ne réside pas seulement dans le taux de personnes adoptant les comportements simulés, mais aussi dans le niveau de correspondance de la relation observée entre le schéma d'activités et le nouveau comportement et la relation enregistrée au cours de la simulation. Une telle validation est rare, mais peut se produire lorsqu'un nouveau service de transport est introduit. Par exemple, Bonnel (1991) a réussi à comparer les adaptations simulées des répondants à un nouveau tramway prévu à Grenoble avec le comportement réel de ces derniers neuf mois après son introduction. Dans les deux cas, l'utilisation ou la non-utilisation du tramway a été examinée à la lumière des données recueillies la veille de l'entrevue sur les activités des enquêtés.

Enfin, les designs adaptatifs pour les PD peuvent nécessiter une étape d'AD. Un exemple bien connu à ce sujet est l'«Adelaide Travel-Activity Questioner» (ATAQ), qui est une entrevue assistée par ordinateur (Jones, Bradley, Ampt, 1989). Dans la phase initiale de ATAQ, on doit valider les réponses comportementales «élicitées» en fonction des activités du ménage. Les réponses qui sont effectivement validées deviennent alors des acquis pour l'exercice de classement des PD.

Avant de passer au quadrant droit inférieur, qui est aussi du domaine de nombreux comportements innovants et simulés, il est important de savoir que toutes les simulations de comportement de déplacement n'ont pas été conçues comme des *enquêtes* RD, c'est-à-dire comme des mesures de réponses à des situations futures. Comme Mahmassani, Herman (1990) l'ont fait remarquer, il existe une hiérarchie dans les stratégies pour l'étude des systèmes dynamiques interactifs : modèles analytiques de situations idéales, modèles de simulation, expériences en laboratoires, enquêtes sur le terrain, et enfin expériences sur le terrain. Différents types de simulation, dont HATS, ont été utilisés pour mieux comprendre les règles de décisions en fonction des conditions quotidiennes prédominantes, ainsi que pour observer l'adaptation du comportement sous des contraintes changeantes. La première de ces deux applications de simulation sert à développer des déductions et des théories qui pourraient être appliqués à la collecte de données de RD. Mahmassani, Caplice, Walton (1990) en fournissent un excellent exemple : afin de suivre l'adaptation des consommateurs aux péages, ils utilisent une enquête en deux étapes qui a été conçue autour des mécanismes de changement quotidien des routes et des heures de départ qui ont été obtenus lors d'expérience en laboratoire où les voyageurs interagissaient avec un simulateur de circulation (Mahmassani, Herman, 1990, op. cit.). En fin de compte, l'objectif de l'enquête RD sert à généraliser les aspects des choix futurs pour lesquels les succès des politiques sont sensibles - dans le cas des AD, il s'agit d'analyser les méthodes utilisés par les enquêtés pour résoudre les problèmes, les règles de décision et les réponses comportementales non prédéterminées des enquêtés.

4.2.4. Prospectives déclarées (ProD)

Il est possible, mais nullement aisé, de construire des méthodes de mesure ordonnées qui enregistrent la manière dont les répondants inventent des contextes futurs pour leurs comportements de déplacements et en explorent les résultats possibles. Les techniques de jeu-simulation sont ici utilisées par nécessité, bien que, comme l'ont fait remarqué Brög, Erl (1981), elles doivent être intégrées dans un design plus large. Ni la liste des réponses comportementales possibles, ni un scénario détaillé des contraintes ne sont prédéterminés. Néanmoins, normalement, les approches de ce quadrant utilisent une sorte de scénario général (des restrictions énergétiques par exemple) en guise de contexte de base, ou éventuellement en guise de prétexte, pour initier le processus d'apprentissage des comportements possibles. Nous utilisons le terme «Prospective Déclarée» pour symboliser non seulement l'orientation future du quadrant, mais aussi le rôle central de la recherche d'informations et l'imagination, la formation et l'évaluation des ensembles de choix. Afin de mieux comprendre ces processus et de découvrir les métadécisions qui gouvernent la sélection et l'utilisation des règles de décisions, les approches ProD nécessitent d'observer comment des solutions sont inventées, et par qui cette analyse est faite en relation avec les efforts préalables effectués pour réorganiser les activités et les déplacements. Il est également indispensable de faire un «debriefing» avec les

répondants au sujet des hypothèses opératoires utilisées pendant la phase de jeu de l'enquête.

La question type de ce quadrant est posée pour illustrer *l'évolution d'un contexte existant*, qui est lui-même caractérisé à partir de la base de déplacements révélés d'un ménage. Comme en AD, la méthode ProD utilisent normalement des données issues d'un recueil de schéma d'activité sur une période très récente afin de préparer des aides visuelles pour l'entrevue. Cependant, on cherche plus à établir un aperçu des *classes* de réponses comportementales et de contraintes que des exemples particuliers. C'est pour cela qu'il est recommandé d'utiliser des bases de déplacements révélés sur une période d'au moins sept jours. Pour des périodes plus longues, des instruments rétrospectifs sont souvent nécessaires. Cependant, dans le cas des études concernant l'utilisation d'automobiles, de nouvelles opportunités se présentent grâce aux développements récents et peu coûteux de l'électronique, ce qui permet le suivi d'échantillons représentatifs de véhicules pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois (Taylor, 1991). Plusieurs études canadiennes utilisent cette technologie, dont le projet actuel de l'Université Laval, cité précédemment, sur la formation d'ensembles de choix et sur la perception du risque d'accident.

Un des défis pour les RD est de faire la distinction entre l'influence des goûts ou des attitudes et l'influence des contraintes évoluant à long terme. Au sujet des temps de trajet, Polak, Jones (1985) ont remarqué que les voyageurs étaient beaucoup plus sensibles aux pertes qu'aux gains à court terme, ce qui est analogue à la disparité entre «consentement à payer» et le «consentement à accepter» mentionnée ci-dessus. Cependant, ils suggèrent qu'une courbe prix-temps plus symétrique pourrait être espérée à long terme. Nous sommes prêts à avancer que de telles asymétries ne sont pas limitées à la variable temps. Comme il a été remarqué auparavant, si l'évolution des contraintes entraîne le répondant dans un futur non familier, le défi est encore plus grand. Face à cela, une des stratégies possibles est de constituer un des échantillons avec uniquement des répondants possédant de l'expérience pertinente : Polak et Jones cite à ce sujet Hensher qui conseille d'adopter une telle stratégie pour les études PD sur la modération de la circulation. Une stratégie plus attirante consiste à comprendre le processus d'apprentissage impliqué. Cela peut se faire en utilisant l'expérience antérieure pertinente comme variable de segmentation.

La conception d'une enquête de ProD a de nombreux points communs avec la conception des jeux de type «processus intensif» («Process-Intensive») dans lesquels les conditions d'incertitude et d'ambiguïté sont créées pour accélérer et observer la recherche d'information, l'imagination d'options, et la découverte des groupes concernés. De tels jeux se distinguent alors des simulations à «contenu intense» («Content-Intensive») dans lesquels les systèmes tels que la circulation ou le marché des sols en zone urbaine sont simulés de manière explicite, avec des règles données, et où des efforts sont faits pour reproduire les aspects observables de ces systèmes dans le monde réel.

Il y a des implications importantes et croissantes tirées des expériences de planification des activités, telles que celles de Ettema, Borgers, Timmermans (1994), concernant la mesure de type RD dans ce quadrant. Cette fois encore, leurs méthodes de simulation (informatisées) peuvent être utilisées pour examiner la prise de décision en fonction à la fois des conditions actuelles et de nouvelles situations hypothétiques. Pour le moment, ce type de recherche se concentre plus sur la première de ces situations. Cependant, ces auteurs offrent un cadre conceptuel pour la collecte de données de type ProD (et AD) sous forme d'un modèle de système de production où la mémoire à long terme contient des perceptions des attributs des activités et où la mémoire à court terme est un espace «brouillon» où les décisions sont prises en fonction d'une règle.

Une méthode de simulation de ProD en grande partie manuelle, initiée dans les années 70, a été appliquée avec des résultats prometteurs à la mise sur pied de plans d'urgence au niveaux fédéral et provincial dans le secteur de l'énergie au cours de deux enquêtes canadiennes effectuées en 1984 et en 1988. Le Canada était, au début des années 80, l'un des rares pays membre de l'IEA désireux d'utiliser pour sa politique des instruments autres que le rationnement pour s'accommoder des perturbations des mécanismes du marché en cas de rupture des approvisionnements ; aucune technique d'enquête conventionnelle n'avait été identifiée pour explorer les avantages et les pièges des mesures de restriction volontaire. La méthode sélectionnée, connue sous le nom de «Car-Use Patterns Interview-Game» (CUPIG), s'appuie sur le comportement révélé à partir du carnet des déplacements sur une période de sept jours pour chaque véhicule dans un foyer sélectionné (Lee, 1984 ; Lee-Gosselin, 1989, 1990b). La présentation visuelle, et le suivi des changements projetés, sont réalisés à partir d'une grille horaire inspirée en partie du matériel du HATS et d'une grille comptable de type «Évaluateur de Priorité» («Priority Evaluator») pour le budget consacré au carburant déjà décrite ci-dessus dans la partie concernant les AD. Une grille d'entrevue très détaillée enregistre l'origine, l'horaire, les caractéristiques, la validation et une évaluation de la probabilité que chaque candidat décide de changer son comportement de déplacement.

Lors de l'application de la mise sur pied d'un plan d'urgence dans le domaine de l'énergie, cette méthode était de nature ProD pour la phase de restriction volontaire de la demande dans le cas d'une restriction imaginaire de l'essence, mais (comme il a été mentionné ci-dessus), au cours de la même entrevue, elle a été modifiée en approche d'AD durant la phase ultérieure de rationnement. Cela était dû au fait que les contraintes non prédéterminées lors de la phase volontaire étaient devenues des données pour la phase de rationnement, et la restriction du budget est passée d'ambiguë à explicite.

Un point particulièrement intéressant de la phase volontaire était la découverte des niveaux de réduction d'utilisation des automobiles au-dessus desquels les ménages cessent de rechercher de l'information et d'imaginer de nouvelles options de changements. Pour reprendre les termes du modèle

d'«enveloppe opérationnelle» («Operating Envelope»), cela équivalait à une redéfinition de la perception de la frontière «confortable» lié à ce qui pouvait probablement être «automatisé» dans le comportement quotidien. En outre, il fut observé que, pour certains groupes, le contexte de la décision était restructuré après être entré dans la phase obligatoire, tandis que pour d'autres, il s'agissait plutôt d'une extension du même processus heuristique. Tous ces renseignements, bien que n'étant pas généralisables immédiatement comme c'est le cas pour les estimations quantitatives des réponses des usagers, fournissent des éléments de valeur pour la conception de politiques qui soutiendraient les restrictions volontaires de la demande.

Une découverte méthodologique clé est tirée des méthodes de simulation de type «processus intensif» concernant les mécanismes, tels les scénarios et les budgets, utilisés pour initier la formulation de choix dans des situations nouvelles. *Même lorsque ces mécanismes apparaissent artificiels ou improbables aux yeux des répondants, les méthodes de jeu fonctionnent toujours et les processus observés s'avèrent être une représentation plausible de la manière dont les décisions des individus et des ménages évoluent* (Raux, Andan, Godinot, 1994 ; Lee-Gosselin, 1992).

Cela termine notre rapide tour d'horizon de la taxinomie des RD. Il est important de rappeler que notre objectif était de fournir une meilleure nomenclature des techniques RD et de clarifier le problème de leur conception, et non de délimiter des catégories figées. De nombreuses méthodes émergentes vont et devraient utiliser des successions d'instruments venant de plus d'un quadrant. De plus, il existe de nombreuses variantes possibles de techniques qui offrent cependant un faible niveau de prédétermination mais pour lesquelles les répondants peuvent ajouter des réponses ou des contraintes additionnelles.

4.3. Recommandations pour la sélection de techniques de réponses déclarées interactives

Nous avons vu que la part interactive dans les outils RD est substantielle. En utilisant les définitions fournies dans la Figure 1, toutes les approches ProD, la plupart de celles de TD et d'AD et certaines de celles de PD utilisent des méthodes interactives. Nous offrons ici trois principes destinés à ceux qui ont besoin d'aller au-delà des PD, c'est-à-dire à ceux dont les problèmes ne peuvent être exprimés en terme de préférences pour les niveaux d'un nombre limité d'attributs et de réponses comportementales prédéfinies. Les trois principes résument le processus de sélection en terme de direction des mouvements à l'intérieur de la matrice présentée, tout en rappelant que les axes représentent une variation graduelle et non une dichotomie :

4.3.1. Les méthodes devraient être sélectionnée compte tenu des éléments suivants :

I. Plus vous avez besoin de savoir comment initier des comportements spécifiques et tester leur limites d'acceptation, plus vous vous déplacez vers la DROITE (vers la TD et la ProD) ;

II. Plus les liens entre les contraintes sont complexes, plus il est nécessaire d'observer quels comportements sont utilisés pour s'accommoder et s'adapter aux modifications des contraintes, et plus vous vous déplacez vers le BAS (vers les AD et les ProD) ;

III. Plus vous regardez à long terme, plus vous devez obtenir de l'information sur les processus d'apprentissage et sur la formation des ensemble de choix afin de faire la distinction entre (a) les limites de goût et de tolérance et (b) l'adaptation aux contraintes, et plus vous devez vous déplacer vers la DROITE et le BAS (vers la ProD).

Nous pouvons aussi conseiller deux autres lignes directrices. Premièrement, il est sage de réduire le risque de mauvaise interprétation des données RD en utilisant des stratégies multi-instruments coordonnées, comme l'utilisation de renseignements obtenus par l'approche ProD avec de petits échantillons afin de mieux orienter ensuite l'utilisation des instruments d'AD, de TD ou de PD sur des échantillons plus grands. Deuxièmement, lorsque l'on aborde de futures politiques d'ordre public touchant un sujet sensible, comme l'instauration d'un système de tarification sur les routes, la validité apparente -obtenue en utilisant des observations réelles ou des expériences en laboratoire si nécessaire- peut être plus convaincante pour les concepteurs de politiques que la résolution mathématique.

Il est un fait inévitable : plus vous vous déplacez vers le bas et vers la droite, plus il devient difficile d'utiliser les données dans des modèles prévisionnels «élégants», et plus vous devez vous préparer à construire des modèles explicatifs complexes en vue de généraliser les résultats obtenus. Cela ne signifie pas pour autant que seule une analyse qualitative est appropriée, bien que de telles techniques ont fait leur preuve dans les analyses de politiques de transport. Par exemple, la recherche sur la planification des activités (Ettema, al., 1994) et les systèmes de choix des trajets fondés sur la connaissance (Hivert, 1996), promettent une vaste gamme d'approches nouvelles pour formaliser les règles de décision.

Ces développements sont soutenus par les développements récents en informatique, mais la direction de ces recherches a été anticipée bien plus tôt, comme dans les domaines des décisions de Heggie, Jones (1978) et dans les «groupes situationnels» de Brög, Erl (1981). En ce qui concerne cette dernière, Brög et Erl utilisent maintenant leur approche situationnelle pour plus de 200 applications, ce qui représente une contribution majeure pour la base croissante d'expériences d'utilisation des données de type RD (par exemple, Brög, 1991). Les

données de type RD devraient aussi jouer un rôle croissant dans les modèles de microsimulation.

4.4. Pour conclure, quelques avertissements méthodologiques

Nous avons présenté une revue des approches de collecte de données de type RD. Il n'a pas été possible de couvrir les principes de conception des nombreuses méthodologies qui s'appliquent à ces approches. Il serait cependant nécessaire de faire quelques commentaires sur les pièges méthodologiques communs à la plupart des approches de RDI.

Tout d'abord, toutes les enquêtes RDI citées ici ont utilisé de petits échantillons établis par quotas. Parce que ces enquêtes utilisent des techniques coûteuses qui représentent un lourd fardeau pour les répondants, ceux qui les utilisent ne désirent pas gaspiller leurs ressources avec des répondants résistants ou hostiles. Il faut un courage considérable et une grande honnêteté intellectuelle pour faire face aux biais inhérents à la sélection des répondants et à l'effet de ces biais sur les réponses non prédéterminées obtenues. Cela équivaut essentiellement à comprendre la différence entre un échantillon représentatif et un échantillon d'une variété représentative. Bradley (1988) nous met aussi en garde contre les biais inhérents aux échantillons de type «choice-based», par exemple celles limitées aux utilisateurs actuels de services de transports pour l'évaluation d'une amélioration de service.

Un problème subsiste : les liens entre les membres du foyer sont suffisamment importants dans la plupart des RDI pour que l'ensemble des membres du foyer et non un individu soit normalement requis pour l'enquête ; de plus, on utilise souvent les discussions de groupe. L'établissement de l'emploi du temps de tous les membres motorisés du foyer pour une entrevue de groupe est souvent un défi en soi ! Le recrutement est souvent très difficile s'il n'est pas accompagné de récompenses significatives. En Californie, une compensation financière de plus de 100 à 150 $ US a été offerte aux ménages pour une étude concernant sept jours et une discussion de trois heures. 100 DM ont été offerts pour l'expérience du MobilPASS, plus 200 DM au minimum pour les économies accumulées par l'évitement des péages urbains pour une période d'implication de plusieurs mois. Ces sommes ne semblent pas excessives sachant que la participation à des groupes-focus est payée parfois 50 à 100 $, mais il convient d'être méfiant sur la nature des biais de sélection associés à de telles rémunérations, surtout s'ils varient de manière à fournir une récompense pour un rapport complet et précis des activités, et pour une participation sérieuse aux entrevues.

Deuxièmement, toutes les techniques interactives souffrent des effets potentiels de l'observation sur le répondant. Les simulations font face à des défis importants : non seulement elles font la synthèse des activités et déplacements révélés, en fournissant un aperçu plus succinct des informations concernant

l'interdépendance que ce que les voyageurs ont en général à leur disposition, mais elles accélèrent aussi l'utilisation de cette information dans une succession de scénarios futurs. Dans ce cas, il est nécessaire d'apporter le plus grand soin à la conception de la présentation d'une telle rétroaction, et des apports successifs d'informations dans les ménages. Par dessus tout, les effets inhérents à la présence de l'observateur peuvent être très importants : l'interviewer ne peut pas éviter de jouer un rôle important lorsqu'il explicite ses attentes concernant la manière de répondre lors de telles simulations. C'est pour cela qu'il est nécessaire de recruter du personnel spécialisé et très bien formé. Suite à de récentes expériences de l'auteur avec les versions informatisées des anciennes méthodes manuelles de jeu-simulation, il semble que l'effet de l'observateur est modifié mais non éliminé par le traitement informatique.

Un troisième point, lié au second, concerne les considérations éthiques lorsque l'on retrace la manière dont les répondants ont pris leurs décisions dans le passé et comment ils vont le faire dans le futur. Le problème ne concerne pas l'impact sur les choix réels de transport, mais plutôt le fait que dans des cas extrêmes, les relations entre les membres du ménage peuvent être affectées par ce qui est exposé au cours de l'entrevue : parfois, il vaut mieux ignorer qui contrôle réellement l'utilisation de l'automobile familiale ! Heureusement, les problèmes de ce genre sont rares et peuvent être minimisés par l'organisation d'un «debriefing» judicieux ainsi que par des tests préliminaires des entrevues sur des sujets familiers.

Quatrièmement, toutes ces techniques sont sujettes à l'effet de formulation. Payne, al. (1993) soulignent le manque de théories dans ce domaine, mais citent certaines expériences classiques dans lesquelles des réponses identiques à des situations hypothétiques sont alternativement présentées comme des gains ou des pertes, amenant à des revirements dans les préférences de la majorité. La disparité existant entre «consentement à payer» et «consentement à accepter» est probablement liée à ce phénomène. Un des avantages de la non prédétermination des réponses comportementales est que la formulation des questions est moins cruciale ; la validation des actions, qui fait partie des AD et des ProD, est aussi solide, mais ces approches peuvent aussi souffrir des biais de formulation lors de la présentation des scénarios.

Enfin, on peut en dire un peu plus sur la préparation des données et les techniques d'analyse, bien que celles-ci varient nécessairement beaucoup. Nous avons fait une expérience en utilisant les ProD et les AD : la réduction du nombre de données au cours de l'entrevue peut être accélérée en élaborant des *inventaires de décisions simulées*, que nous définissons comme le choix d'agir, ou de rejeter une action potentielle, après la discussion. Nous concevons des carnets d'entrevue structurées, qui peuvent être utilisés manuellement ou assistés par ordinateur, à partir desquels les séquences de résolution de problèmes et d'analyses de réponses comportementales peuvent être reconstruites. Une grande partie des attributs de la décisions (tels que qui l'a initiée, qui est affecté et comment, qu'est-ce qui la

rendrait tolérable etc.) peut-être pré-codée pour accélérer le travail de l'observateur, qui n'est généralement pas la personne qui dirige l'entrevue. Les inventaires de décision sont particulièrement utiles pour développer une classification des répondants et des stratégies d'adaptation. D'autres résumés des données recueillies en entrevue ou des analyses des schémas d'activités issus des entrevues préliminaires sont aussi, bien sûr, des éléments supplémentaires cruciaux pour établir une telle classification.

5. CONCLUSION : RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'AGENDA DE LA RECHERCHE

Ce que nous avons présenté est en grande partie un appel en faveur d'une utilisation plus équilibrée de notre recherche méthodologique sur les Réponses Déclarées, où la majeure partie des efforts a jusqu'ici été investie dans la cellule supérieure gauche. Un des thèmes constants est d'élaborer les méthodes RD à partir d'une meilleure compréhension des bases d'activités révélées afin de bâtir notre vue du futur. Nous supposons que les modèles prévisionnels et les modèles explicatifs vont continuer à exister côte-à-côte, mais nous avons besoin de créer des liens plus étroits entre eux. L'observation et la catégorisation des règles de décision semblent être une base commune pour plusieurs des approches interactives récentes discutées, et ce développement a été anticipé il y a sept ans par Bradley (1988). Nous sommes particulièrement favorables à la subvention des recherches sur les méthodes d'enquête qui appliquent ces approches à des situations où le comportement de déplacement est dans un processus de changement rapide ; cela inclue les situations créées par les congestions, les réglementations, les nouvelles technologies ou les crises.

Les approches utilisant les enquêtes de Réponses Déclarées Interactives ont commencé à apporter une contribution importante pour l'analyse des politiques de transport. Dans une plus ou moins large mesure, elles permettent aux gens d'inventer leur propre futur. Par conséquent, elles devraient nous aider à éviter de caractériser le futur seulement en termes de ce que l'on peut facilement mesurer, ou d'élaborer des politiques à partir d'interprétations trop littérales des modèles de comportement atténués qui ont servi aux collectes de données antérieures sur les choix futurs en matière de transport.

REMERCIEMENTS

Je remercie sincèrement les critiques que Tony Richardson, John Polak, Peter Stopher, Peter Jones, Kay Axhausen, Tommy Gärling et Patrick Bonnel ont faites au cours de la préparation et de la révision de cet article. Cependant, ces chercheurs et nos sponsors ne partagent pas forcément les opinions exprimées ici. Ce compte rendu sur les RDI a été réalisé au cours d'un projet sur «Les bénéfices sur la sécurité des contraintes sur la mobilité automobile : une comparaison internationale des mécanismes comportementaux.» Ce projet a été financé par l'Action concertée en

sécurité routière de FCAR en collaboration avec le Ministère des transports de Québec et la Société de l'assurance automobile du Québec, ainsi que par une contribution provenant de la Sécurité Routière, Transports Canada.

BIBLIOGRAPHIE

APPLIED MANAGEMENT AND PLANNING GROUP (AMPG) (1994), proposal to MTC for surveys in connection with the Bay Bridge Congestion Pricing Demonstration Program, Los Angeles, non publié.

BATES JJ (1994), «Reflections on stated preference: theory and practice», Préimpressions, *7ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacement*, Valle Nevado, Santiago, Chili, 13-16 Juin.

BATES JJ, KLINEMANN E (1985), «Workshop summary: Interactive and other survey methods», in Ampt ES, Richardson AJ, Brög W, *New Survey Methods in Transport*, VNU Science Press, Utrecht.

BONNEL P (1991), «Comparaison entre les résultats d'une méthode de simulation les comportements observés - le cas du tramway de Grenoble», Préimpressions, *6ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacement*, Québec.

BONSALL P (1980), «Microsimulation of organised car-sharing: the model and its calibration», Transportation Research Board, 59ème rencontre annuelle, Washington D.C.

BRADLEY M (1988), «Realism and adaptation in designing hypothetical travel choice concepts», *Journal of Transport Economics and Policy*, XXII (1).

BRADLEY M, HENSHER D (1992), «Workshop summary: Stated Preference Surveys», in Ampt ES, Richardson AJ, Meyburg AH (Eds.), *«Selected Readings in Transport Survey Methodology»*, Eucalyptus Press, Melbourne.

BRÖG W (1992), «Structural changes in populations and impacts on transport demand», Papier préparé pour les Tables Rondes N° 88, *Conférence Européenne des Ministres des Transports*, Socialdata, Munich.

BRÖG W, ERL E (1980), «Interactive measurement methods: theoretical bases and practical applications», Transportation Research Record 765, Washington D.C.

BRÖG W, ERL E (1981), «Application of a model of individual behaviour (situational approach) to explain household activity patterns in an urban area and to forecast behavioural changes», *Conférence Internationale sur les Analyses de la demande en déplacement : bases d'activités et autres nouvelles approches*, Oxford.

DIX M (1981), «Structuring our understanding of travel choices: the use of psychometric and social-science research techniques», in Stopher PR, Meyburg A, Brög W (Eds.), *«New horizons in travel-behaviour research»*, D.C. Heath.

ETTEMA D, BORGERS A, TIMMERMANS H (1994), «Using interactive computer experiments for identifying activity scheduling heuristics», Préimpressions, *7ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacement*, Valle Nevado, Santiago, Chili, 13-16 Juin.

FAIVRE D'ARCIER B, NICOLAS JP, LEE-GOSSELIN MEH (1995), «Impact of limited range on electric vehicle use in France: results of a simulation-game survey», *7th Conférence Mondiales sur les Recherches en Transport*, Sydney, Australie.

FOWKES AS, WARDMAN M (1988), «The design of stated preference travel choice experiments», *Journal of Transport Economics and Policy*, XXII (1).

GÄRLING T (1994), «Behavioral assumptions overlooked in travel-demand modelling», Préimpressions, *7ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacement*, Valle Nevado, Santiago, Chili, 13-16 Juin.

GÄRLING T, SANDBERG L (1996), «A commons-dilemma approach to households' intentions to change their travel behaviour», in Stopher PR, Lee-Gosselin MEH (Eds.), *«Understanding travel behaviour in an era of change»*, Pergamon-Elsevier, Oxford.

HANSON S, BURNETT P (1981), «Understanding complex travel behaviour: measurement issues», in Stopher PR, Meyburg A, Brög W (Eds.), *«New horizons in travel-behaviour research»*, D.C. Heath.

HEGGIE IG, JONES PM (1978), «Defining domains for models of travel demand», *Transportation* 7 (2), pp. 119-135.

HENSHER D (1976), «Value of commuter travel time savings», *Journal of Transportation Economics and Policy*, X (2).

HIVERT L (1996), «SATCHMO: a knowledge-based system for modelling mode choice», in Stopher PR, Lee-Gosselin MEH (Eds.), *«Understanding travel behaviour in an era of change»*, Pergamon-Elsevier, Oxford.

HOINVILLE G (1971), «The use of gaming procedures in evaluating community preferences», in Armstrong RHR, Taylor JL: *Feedback on instructional simulation systems*, Cambridge Institute of Education.

HUG K, MOCK-HECKER R, WÜRTENBERGER J (1995), «Urban traffic demand management, First findings of the MobilPASS field trial», Research Institute for Applied Knowledge Processing, Ulm, Ministère des Transports de l'État de Baden-Württemburg, Allemagne.

JONES PM (1979), «HATS: a technique for investigating household decisions», *Environment and Planning*, 11(1).

JONES PM, BRADLEY M, AMPT E (1989), «Forecasting household response to policy measures using computerised, activity-based stated preference techniques», in International Association for Travel Behaviour (Eds.), *Travel Behaviour Research*, Gower Press.

KROES EP, SHELDON RJ (1988), «Stated Preference methods: an introduction», *Journal of Transportation Economics and Policy*, XXII(1).

KURANI K, TURRENTINE T, SPERLING D (1994), «Demand for electric vehicles in hybrid households: an exploratory analysis», *Transportation Policy*, Automne.

LEE MEH (1984), «Evaluating how Canadian households would respond to a gasoline shortage: an interview-game approach», Comptes rendus, *Conférence Internationale sur les Transports, ARTC, AQTR et ATEC*, Montréal, Québec.

LEE-GOSSELIN MEH (1989), «Voluntary and mandatory restraint on car-use in Canada: what would people give up?», Comptes rendus, PTRC Transport and Planning, 17ème Rencontre Annuelle Estivale, Brighton, UK, Septembre.

LEE-GOSSELIN MEH (1990a), Report on the workshop on timing, linkages and constraints, Conférence d'Oxford de 1988, in Jones P (Ed.), *Transport research: new developments in dynamic and activity-based approaches*, Gower Press.

LEE-GOSSELIN MEH (1990b), «The dynamics of car use patterns under different scenarios: a gaming approach», in Jones P (Ed.), *Transport research: new developments in dynamic and activity-based approaches*, Gower Press.

LEE-GOSSELIN MEH (1992), «Future patterns of car-use given changing traffic conditions, controls and technology: an exploration of survey needs», in Ampt ES, Richardson AJ, Meyburg AH: *Selected Readings in Transport Survey Methodology*, pp. 307-332, Eucalyptus Press, Melbourne.

MAHMASSANI H, CAPLICE CG, WALTON CM (1990), «Characteristics of urban commuter behavior: switching propensity and the use of information», *Transportation Research Record* 1285.

MAHMASSANI H, HERMAN R (1990), «Interactive experiments for the study of tripmaker behaviour dynamics in congested commuting systems», in Jones P (Ed.), *Transport research: new developments in dynamic and activity-based approaches*, Gower Press.

ORTUZAR J de D, WILLUMSEN LG (1994), *«Modelling transport»*, 2ème Édition, Wiley, Chichester.

PAYNE JW, BETTMAN JR, JOHNSON EJ (1993), *The adaptive decision-maker*, Cambridge University Press.

POLAK J, JONES PM (1996), «Using stated preference methods to examine traveller preferences and responses», in Stopher PR et Lee-Gosselin MEH (Eds.), *«Understanding travel behaviour in an era of change»*, Pergamon-Elsevier, Oxford.

PRATT JH (1991), The travel behaviour impact of telecommuting following the San Francisco earthquake: a case study, *Transportation Research Record.*

RAUX C, ANDAN O, GODINOT C (1994), «The simulation of behaviour in a non-experienced future: the case of urban road-pricing», Préimpressions, *7ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacement*, Valle Nevado, Santiago, Chili, 13-16 Juin.

TAYLOR GWR (1991), «Autologger: a long duration vehicle use data collection system», Préimpressions, *6ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacement*, Québec.

A NEW DIRECTION FOR STATED PREFERENCE RESEARCH: THE CASE FOR AN EXPERIMENTAL APPROACH[1]?

John Polak
Imperial College, London

1. INTRODUCTION

There can be little doubt that these are exciting times to be involved in transport studies. Suddenly, after many years spent idling on the margins of the political and academic mainstream, transport studies is rapidly assuming a new prominence and importance. This transformation is the result of an unprecedented convergence of technological, institutional, economic, environmental, demographic and political forces which together are promoting a major reappraisal of traditional notions of mobility and of the role and organisation of transport in contemporary society (Lee-Gosselin and Pas, 1994; Orfeuil, 1991). Table 1 summarises some of the most important factors which are contributing to this reappraisal.

These ongoing upheavals in fundamental objectives and values have propelled transport issues to the forefront of debate and have lead to the emergence of new research issues and priorities across a broad range of research areas (SERC, 1993). Of all the research areas touched by these new concerns, arguably the one most profoundly affected has been travel behaviour research. Confronted with the need to understand and model the behaviour of travellers in the context of a rapidly changed transport environment and to adapt research methods to accommodate new and more complex types of behavioural response, travel behaviour researchers have been forced to reassess many aspects of their methodology and approach. These reassessments have exposed gaps in understanding and serious shortcomings in existing modelling techniques (Replogle, 1993; Stopher, 1993), and has also stimulated ambitious new research programmes (e.g. Ducca, 1993; Kitamura *et al.*, 1993).

However, the scale of the current reassessment of behavioural research and modelling also invites a consideration of other, perhaps more fundamental, issues. For if we accept that existing approaches are indeed as deeply flawed as their critics suggest, then it seems natural to enquire to what extent these shortcomings are due simply to inadequacies in the specific theoretical assumptions or empirical techniques associated with particular models or approaches and to what extent they may reflect weaknesses in more fundamental methodological practices, widespread in the field as a whole.

---

[1] An earlier version of this paper was presented at the 26th UTSG Conference, University of Leeds, 1994.

Technological	Telematics technologies, clean vehicle technologies, high speed surface transportation (e.g. MAGLEV), integrated manufacturing and distribution systems.
Institutional	Changing labour markets (e.g. part-time and flexible working arrangements), de-centralisation of employment, emergence of free trade areas (labour mobility).
Economic	Concern over the effect of traffic congestion on economic competitiveness, knock-on effects of large public sector debts.
Environmental	Global atmosphere and local air quality regulation, impacts of traffic growth on urban and rural lifestyles, concerns over the effect of traffic on health and local amenity.
Demographic	Aging populations, changing household structures, increasing leisure time and disposable incomes, increasing female labour force participation.
Political	Increased emphasis on markets and market pricing mechanisms, greater role for the private sector in provision of infrastructure, growth of diverse lobby groups.

Table 1: Examples of Some of the Factors Promoting a Reappraisal of the Role of Transport

In terms of Kuhn's (1970) concept of scientific paradigms, the question may be posed as to whether current shortcomings in travel behaviour research are simply a result of the 'underdevelopment' of the current paradigm of research or whether there are aspects of the current paradigm itself which may be in need of critical assessment and reconstruction.

Although travel behaviour researchers have been slow to take up the challenge of critical introspection at this broader methodological level, there are indications that recently, a growing number of researchers are becoming aware of the importance of this form of critical activity. For example, Pas (1990) has described the historical context and evolution of several 'generations' of transport model, Polak (1987) and Axhausen (1993) have raised important questions regarding the possibility of identifying universal law-like regularities in travel behaviour, Bell (1994) has discussed the criteria appropriate for evaluating the scientific status of transport research and Talvitie (1993) has vigorously criticised many of the fundamental assumptions typically made in behavioural research regarding the factors motivating individual action and choice.

One particularly important yet also persistently problematic aspect of the prevailing paradigm of behavioural research is the nature of the relationship between theoretical and empirical research activities. Whilst few transport researchers would in principal question the importance of there being an interplay between theoretical and empirical research, if we explore the issue a little further,

we soon find that there are in fact sharp differences of view regarding the form which this interaction should take. These differences reflect different outlooks regarding the nature of transport phenomena and different normative assumptions regarding appropriate methods of scientific enquiry, and have potentially important implications for the development of the field.

Against this background, the aim of this paper is to consider some of the problems and conflicts of outlook which can arise for researchers when considering the relationship between theoretical and empirical research, to draw attention to certain shortcomings in the way this relationship has been expressed in the past and, in conclusion, to put forward some tentative suggestions regarding how it might be improved in the future.

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THEORETICAL AND EMPIRICAL

2. BEHAVIOURAL RESEARCH

2.1. What is Travel Behaviour Research?

The term 'travel behavioural research' has no completely agreed and unambiguous definition. Rather, it refers to a broad range of research activities, both theoretical and empirical, which in one way or another have as their central focus the study how individuals come to make the type of journeys that they do. Traditionally, interest has concentrated on investigating the influence of level of service variables such as travel time and travel cost on individual travel choice, particularly the choice of mode, destination and route. Recently, largely under the influence of the changing transport context, the scope of behavioural work has been broadened considerably to include, for example, the investigation of the role of information and uncertainty and the significance of perceptual and attitudinal factors.

Travel behaviour research is closely related to the professional and practical activities of travel demand forecasting, transport planning and policy assessment, and indeed in practice, these applications often provide the context in which travel behaviour research is carried out. However, it is important to distinguish between the research and application orientations, since at least in principle, different criteria and standards may apply within each domain (Chadwick, 1971; Webber, 1984). For example, the requirements for immediate 'policy relevance' and 'ease of application', whilst compelling in the applications domain, are not necessarily decisive from the point of view of behavioural research. A stimulating (and usefully provocative) way of thinking about this distinction is to regard travel behaviour research as the underlying science upon which rests the applied technology of travel demand modelling and forecasting, policy assessment, evaluation and planning.

Of course, by casting travel behavioural research as aspiring to the role of science, we inevitably beg the question of just what exactly it means to label an endeavour as «scientific». Great controversy has long surrounded the question of what constitutes a valid scientific approach to the development of knowledge, especially within the social sciences (the recent books by Blaug (1992) and Sayer (1992) provide up-to-date, and radically contrasting, perspectives on these debates). Despite these controversies, however, one issue on which almost all commentators agree is that a key characteristic of a scientific approach is the commitment to what we might term a critical engagement between theoretical and empirical research. Indeed, it is perhaps this feature which most clearly differentiates scientific from non-scientific modes of enquiry and explanation (Willer and Willer, 1973)[2].

In very general terms one might characterise this critical engagement as involving an iterative process in which our empirical experience and observation of the world motivates (through rational processes of introspection, insight, analogy, appeal to aesthetic sensibility etc.) theoretical concepts and propositions which are then in some sense evaluated against further empirical observation, to be rejected, accepted or refined accordingly. Within this general scheme, however, there can and do exist widely differing views regarding the most appropriate methods of inference and evaluation (issues of inductive versus deductive inference, verification versus falsification etc.). Nevertheless, the concept of there existing a dynamic and heuristic interplay between theoretical and empirical research remains fundamental and within this concept, the role of the experiment is crucial since it provides the context within which meaningful evaluation takes place.

The field of behavioural research is diverse and no single point of view regarding the link between theoretical and empirical research can claim to command universal acceptance. However, in considering this issue it is possible to identify two archetypal perspectives, which although perhaps somewhat exaggerated serve to usefully delineate the boundary of the current debate. We have termed these two perspectives the instrumentalist and the realist points of view. In the following sections we examine the relation between theoretical and empirical work, within each perspective.

2.2. The Instrumentalist Point of View

For instrumentalists, the principal objective of behavioral research is the development of theory and models that are capable of accurately predicting observed patterns of travel choice. This objective serves both as a criterion of

[2] Classical examples of non-scientific modes would include religious beliefs, primitive superstitions and mathematics.

scientific evaluation, and as a condition, which if satisfied, ensures the relevance of instrumentalist theories and models to practical planning contexts.

Instrumentalists tend to take a pessimistic view of our ability to ever develop convincing causal explanations for observed travel behaviour, arguing that the complexity, diversity and mutability of human behaviour will inevitably defeat any such attempts. Instead, they argue that theoretical concepts and assumptions must selected with a view to their likely predictive capabilities, rather than on the basis of their direct correspondence to our beliefs or empirical observation of the processes of human decision making itself.

This aspect of the attitude of the instrumentalists to behavioural data is perhaps best summed up in Friedman's (1953) famous statement of the instrumentalist point of view in the field of economics[3]

«...the relevant question to ask about the 'assumptions' of a theory is not whether they are descriptively 'realistic' for they never are; but whether they are sufficiently good approximations for the purpose in hand. And this question can only be answered by seeing whether the theory works, which means whether it yields sufficiently accurate predictions» (p. 15).

Although the instrumentalist argument carries considerable weight, we must recognise that its central assumption regarding the impossibility of providing a truly realistic treatment of the travel decision making process is asserted a priori and then effectively insulated from empirical scrutiny[4], at least from within the instrumentalist perspective itself. Moreover, it also means that the instrumentalist perspective has at its heart a rather lopsided attitude towards the results of empirical research: on the one hand according overwhelming importance to the ability of a theory or model to reproduce the outcomes of decision making, yet on the other hand being relatively unconcerned regarding the authenticity of the theoretical representation of the process of decision making itself. Whilst this attitude may be justifiable from the point of view of practical policy analysis, it seems more difficult to justify on scientific grounds.

A further area of difficulty for the instrumentalist perspective concerns the practical implementation of predictive testing. Although predictive testing is of paramount importance to the instrumentalist approach, the unfortunate and largely

[3] Whilst the instrumentalist perspective is strongly associated with the economic approach to behavioural analysis and modelling, the two are not synonymous.

[4] Critics of this aspect of the instrumentalist perspective have been known to speculate regarding how different the world might now be, had this attitude prevailed amongst the scholars and thinkers of earlier epochs.

inescapable fact is that the real world provides very few opportunities for transport researchers to actually carry out such tests[5]. This means that the extent of testing to which a instrumentalist theory/model is subject is typically limited to the much less exacting requirement to reproduce base year data, ex post hoc. Thus, a crucial aspect of the necessary critical engagement between theory and data is lost and the danger arises of a degeneration of empirical research effort into a proliferation of sterile, ritualistic and scientifically unrewarding model-fitting exercises.

2.3. The Realist Point of View

Realists adopt a rather different view regarding the aim of behavioural research and of the appropriate relationship between theoretical and empirical activity. The focus of interest for realists is not simply on the patterns of overt travel behaviour but also on the processes of human decision making which are imagined to give rise to these patterns.

Realists can be sceptical or even hostile towards what they regard as the extreme abstraction and mathematical formalism which characterises much of the work carried out by instrumentalists, believing such representations to be unhelpful distortions of the real behavioural processes of interest. In comparison to instrumentalists, realists ascribe much less importance to the task of prediction as a central methodological goal and instead emphasise the understanding and interpretation of current behaviour, often adopting a highly context-specific and subjectivist approach. One way of characterising the aim of realist perspective would be as providing an intelligible account of travel behaviour and decision making, which emphasises (and documents) the motives, plans and intentions of individual travellers. As such, much realist research is inherently retrospective in outlook (seeking to provide intelligible accounts of what has happened in the past), compared with the prospective orientation of instrumentalist analyses (which seek to make predictions about what will happen in the future). Whilst prediction is not altogether ruled out, realists generally regard it as profoundly problematic.

[5] It is interesting to note that, in those circumstances where some degree of predictive testing has been possible (e.g. Evans and Mackinder, 1980; Pickrell, 1990) the gross results have generally been rather disappointing (i.e. large forecasting errors). However, it is significant to note that considerable ambiguity surrounds such assessments, due to the difficulty in establishing the attribution of forecasting errors as between errors in the underlying theory or model itself and errors in the input data and other supporting assumptions involved in the specific application of the model and because the myriad of uncontrolled factors which influence the evolution of urban systems. As Batty (1976 p. 11) points out, «...it is unusually difficult to test specific theories in the social sciences, for it is impossible to hold all variables but one constant».

Once again we can appeal to an economist, on this occasion George Shackle (1972), to neatly sum up this aspect of the realist outlook

«The symmetry of prediction and explanation is true only in an abstract world, where the data on which the reason [of man] is to work is complete and certain for both purposes...[our aim should be] to improve theory as an insight-tool, as a means of understanding, and also to persuade ourselves not to insist too confidently on its powers as a foresight-tool.» (p. 349, 448).

The relation between theoretical and empirical research for realist-oriented behavioural research is clearly rather different than for instrumentalist-oriented work, and consequently different problems arise. First, since realists are much more willing to confront the complexities of behaviour and decision making, it should come as no surprise that the development of theoretical frameworks and formal modelling procedures has proceeded more slowly than has been the case in the instrumentalist tradition. A consequence of this is that realist empirical research is still largely exploratory or inductive in nature and can easily lapse into undifferentiated and uncritical 'data mining' exercises.

A further difficulty is that in so far as some realist researchers strongly emphasise the individual-specific and subjective aspects of travel behaviour, there is a tendency for the research output to be dominated by findings that are (at worst) little more than anecdotal, idiosyncratic and ephemeral and fundamentally lacking in scope for meaningful inter-personal comparison, generalisation or evaluation. In consequence, although realist empirical research has cast doubt on the literal validity of many of the behavioural assumptions underlying instrumentalist theories, it has generally failed to provide insight into the theoretical significance of such findings, or, crucially to motivate either marginal reformulation or fundamental overhaul of the theory.

3. TOWARDS AN EXPERIMENTAL PARADIGM

3.1. The Need for a New Approach

In the previous sections we have briefly drawn attention to a number of problems which can arise in the relation between theoretical and empirical travel behaviour research: in the case of research carried out in the instrumentalist tradition, empirical evidence regarding the actual decision making processes of individuals is subordinated to the requirements of an abstract and largely un-tested theory; in the case of realist research, the possibility of developing genuinely relevant and useful theoretical propositions is hindered by many researchers insistence on adhering to empirically dominated and overly-subjectivist outlooks, in which the role of substantive theory in minimal. Whilst the 'instrumentalist' and 'realist' positions outlined above are clearly caricatures, they are not complete

distortions and the problems which they highlight are widespread within behavioural research.

The central difficulty is that a gap appears to have developed between the domains of theoretical and empirical research and to the extent that this gap is real and growing it threatens to inhibit and undermine the development of the field. Irrespective of whether one inclines towards an instrumentalist or a realist perspective on behavioural research and modelling, there can surely be little question regarding the urgent need for action to close this gap. In the author's view, the crucial question is not whether such action is necessary but rather what form this action should take.

We should not, however, underestimate the difficulty of this task. It requires a commitment from both theoreticians and empirical researchers to a critical research style in which empirical research is explicitly structured by theoretical insight and in which theory is deliberately exposed to meaningful empirical scrutiny. Such an outlook would represent a significant re-orientation in travel behaviour research and consequently we must recognise that quite apart from questions of intellectual conviction, there may exist significant emotional and temperamental barriers to such changes. Moreover, as well as requiring some degree of psychological re-orientation, bridging the gap between theoretical and empirical behavioural research will also require new research strategies for acquiring and evaluating behavioural 'knowledge'. These strategies must be such as to enable and promote the sort of constructive critical engagement we have argued is necessary.

In the remainder of this paper we put forward the argument that one of the research strategies which travel behaviour researchers need to embrace is that of explicit experimentation. Whilst we do not claim that experimentation is the exclusive means of tackling these methodological difficulties, we do claim that, in this context it, offers unique advantages compared to conventional observational and survey procedures. The notion of an 'experiment' provides a practical and useful procedural tactic for the elicitation and testing of understandings in many areas of travel behaviour and also serves as a powerful metaphor to guide our general thinking regarding the proper relationship between theoretical and empirical research.

3.2. The Experimental Paradigm of Behavioural Research

Experimentation is a fundamental method of enquiry in many areas of scientific activity. The essence of an experiment lies in the controlled manipulation of one or more aspects of a system of interest which is carried out for the purpose of investigating the causal structure of the system. In some cases, the aim of the experiment is to test a specific hypothesis or theory regarding the nature of the causal mechanisms (or, as a variant, to compare competing hypotheses or theories), whilst in other cases the objective is to provide descriptive insights into the

behaviour of the system, in order to motivate the development or refinement of theory. Experimentation is therefore based on the notion that it is both possible to advance such causal theories and necessary to evaluate them in the light of empirical data. In short, experiments provide a context for the critical engagement of theoretical and empirical research, which we have argued is a fundamental characteristic of scientific activity.

Indeed, in the natural sciences, the practice of experimentation is in fact so closely bound up with the very notion of scientific enquiry itself that for professional scientists and the lay public alike the two can at times be virtually indistinguishable (Gooding *et al.*, 1989). Even in those branches of natural science in which empirical work is necessarily largely observational rather than experimental in character (e.g. astronomy, geology) the validity of key underlying theories frequently rests upon the results of prior experimental evaluation.

On the face of it, the significance of experimentation in the social sciences would appear to inevitably be very much less. In the natural sciences the objects of study are generally passive 'things' (chemical reagents, fundamental particles, microbes etc.) which are, at least in principle, susceptible to relatively straightforward manipulation and have no awareness of the experimental context in which they feature (in practice, of course, establishing appropriate experimental conditions can be far from straightforward and may require vastly expensive equipment, special conditions and so on). By contrast, in the social sciences, the objects of study are active, self-aware, sometimes awkward and always potentially mischievous people. We must recognise therefore that there is a qualitative difference between experimentation in the natural and in the social sciences. Prospective experimentalists in the social sciences are faced with much more difficult problems of establishing relevant experimental contexts and exercising the desired degree of experimental control, than are their counterparts in the natural sciences; many potential pitfalls await the unwary (Barber, 1976). These difficulties of positioning and control in turn raise legitimate concerns regarding the real-world validity of experimentally-derived results.

As a result of the perception of these difficulties, there is a widespread view amongst many researchers in core social science disciplines such as economics and geography that experimental approaches have little to offer and that empirical behavioural research in these areas must necessarily be exclusively observational and survey-based in character. Consequently, students are not generally encouraged to think in terms of the possibility of experimental approaches to behavioural research questions, and so the cycle continues.

Yet this sort of pessimistic assessment is not the complete picture. Upon closer examination we find that, notwithstanding the acknowledged methodological difficulties, over the past thirty years there has in fact developed a vigorous, highly productive and broadly-based tradition of experimental enquiry across a wide range

of social and behavioural sciences[6]. As in the natural sciences, many different styles of experimentation have emerged, ranging from those aimed at testing (or comparing) specific theoretical propositions to others which are oriented towards broader descriptive, exploratory or problem solving objectives. These differences reflect both the diverse disciplinary interests and backgrounds of the researchers involved and differences in the nature of problem domains tackled.

In the context of the current paper it is impossible to offer a comprehensive review of the totality of this body of work, however, it is possible to gather a useful indication of the scope and variety of the work carried out within this experimental paradigm by highlighting a few of areas in which experimental procedures of one form or another have made notable contributions. These include:

- in psychology, marketing and behavioural geography methods of conjoint analysis, information integration and functional measurement have been extensively used to explore the structure of individuals' preferences for goods and services and in the analysis of various aspects of spatial choice (e.g. Anderson, 1970; Timmermans, 1984; Louviere, 1992);
- in welfare economics, methods of contingent valuation have been developed to investigate individuals' valuation of public goods and natural resources (e.g. Jones-Lee, 1990; Michell and Carson, 1989);
- in the study of micro-economic behaviour, laboratory experiments and market simulation procedures have been developed to explore the validity of axiomatic theories of individual and collective choice, especially under conditions of strategic bargaining and in the presence of risk and uncertainty (e.g. Davis and Holt, 1993; Hey, 1991);
- in the assessment of certain public policy measures (e.g. the impact of major tax reform on labour market participation) forms of 'social experimentation' have been developed in which groups of individuals and households take part in controlled real-world trails for extended periods (e.g. Hausman and Wise, 1985);
- in the decision and management sciences, interactive gaming simulation procedures have increasingly been used to as a means of exploring and understanding individuals' decision making and problem solving strategies in complex institutional and other settings (e.g. Rosenhead, 1989; Sterman, 1987).

Whilst it would be glib in the extreme to claim that these developments prove that all the methodological difficulties associated with experimentation in the social

[6] In fact, the tradition of an experimental analysis of human judgement and choice is arguably even older than this, and can be traced back at least as far as the work of the psychologist Thurstone in the 1920s.

sciences have been or indeed can be, totally overcome[7], they do demonstrate the existence of a serious and scholarly tradition of experimental enquiry into individual and collective judgement and choice which is distinct from but complementary to that offered by conventional observational and survey analysis. Crucially, in the context of our preceding argument, the use of experimental procedures has, in a number of fields, enabled the development, testing and refinement of behavioural theories in the light of empirical evidence, in a manner which would have been difficult or impossible to achieve by other means.

Two examples, focusing on quite different behavioural research issues, will serve to illustrate the type of theoretical and empirical developments which can be facilitated by the use of experimental techniques.

An important component of modern microeconomic theory is the expected utility approach to modelling choice under uncertainty. This theory is based on the assumption that its is possible to represent individuals' preferences between uncertain prospects (i.e. choice alternatives characterised by a probability distribution of possible outcomes), by means of an appropriately defined utility function such that individuals choose that alternative which maximises the expected value of the utility function, evaluated over the uncertain prospects8 . One important implication of this theory is that preferences amongst uncertain prospects are transitive[9].

Machina (1989) describes how, through a succession of critical experimental studies beginning with the work of Lichtenstein and Slovic (1971), experimental evidence demonstrating various type of violation of transitivity has been accumulated. Although defenders of expected utility theory were initially dismissive of the experimental evidence, gradually, as it became apparent that systematic and predictable patterns of violation of transitivity were taking place and as evidence began to emerge of similar phenomena being observed in real-world data. the necessity of a fundamental re-assessment of expected utility theory became overwhelming and has lead to a blossoming of new theoretical and empirical work.

[7] For example, a recent volume of essays edited by Hausman (1993) presents a stinging critique of the contingent valuation method.

[8] Note that the utility referred to in expected utility theory is (von Neumann-Morgenstern) *cardinal* utility not the *ordinal* utility of choice under certainty which figures in standard consumer theory.

[9] That is, if prospect *A* is preferred to prospect *B* and prospect *B* is preferred to prospect *C* then prospect *A* is also preferred to prospect *C*.

Our second example illustrates a rather different aspect of the contribution which experimental procedures can make to behavioural research. In recent years there has been a rapid growth of interest in many fields of study in the properties of non-linear dynamical systems and in particular, the scope for even very simple systems to exhibit deterministic chaotic behaviour (Thompson *et al.*, 1986). Interest has naturally focused on the question of whether social systems might display chaotic behaviour, and if so to what degree. Whilst some attempts have been made to detect chaotic behaviour in aggregate time series data of various types, these efforts have been severely hampered by the contaminating influence of uncontrolled exogenous factors (Brock and Sayers, 1988).

In an intriguing attempt to overcome these difficulties, Mosekild *et al.* (1991) describe an experimental procedure designed to investigate the existence of chaotic behaviour in a simple experimental market. Participants in the experiment acted out the roles of producers in a simplified production-distribution chain (implemented as a board game), subject to exogenous demand and with the objective of minimising inventory and distribution costs over the total duration of the game. Analysis of the data from the experiment showed clear evidence of chaotic behaviour, with marginal changes in the initial conditions of the system leading to radically different trajectories over time. Although these findings do not prove that chaos does occur in real social systems, they demonstrate that it may occur; and if it does then there are clearly major implications for our existing concepts of forecasting and planning.

The essential point which is illustrated by these examples drawn from quite different areas of study is that the use of appropriately designed experimental procedures can provide a new dimension to theoretical and empirical research allowing theories to be rigorously tested and individual behaviour to systematically be explored in a manner that is not possible using other means.

3.3. Experimental Approaches in Travel Behaviour Research: Past and Future

So far in this paper, the discussion has proceeded as though the notion of experimentation is one that is completely alien to the field travel behaviour research. Of course this is very far from true. For more than twenty years transport researchers have been using a range experimental and simulation techniques to analyse travel preferences and choice. This area of work, collectively referred to as the stated preference (SP) approach has been one of the major growth areas in travel behaviour research over the past decade and is squarely located within the broader historical and intellectual tradition of experimental social enquiry (for recent reviews of SP methods see, Hensher, 1994 and Polak and Jones, 1994).

However, to date, these methods have been used largely as adjuncts to instrumentalist research programmes; in particular, as a source of complementary data to support the estimation and application of existing demand modelling approaches (Ben-Akiva, 1992). Whilst work of this sort has made (and will continue

to make) major contributions in the measurement of travel preferences and choice (e.g. in the estimation of values of time) and has lead to an improvement in the scope and policy relevance of demand modelling techniques (e.g. by enabling a more systematic treatment of qualitative factors), in common with travel behaviour research as a whole it has not addressed the fundamental lack of critical empirical evaluations of theory. Perhaps somewhat paradoxically, the success of SP techniques in extending the applicability and precision of existing demand modelling techniques has largely overshadowed the scope which exists for their use as a means to critically assess the foundations of that theory[10].

We have argued elsewhere (Polak and Jones, 1994) that the time in now right for researchers to begin to extend the scope of SP techniques to provide the context in which substantive theories of travel behaviour may be critically evaluated as part of a broader heuristic method of enquiry. Much of the experience which transport researchers have gained in the construction of appropriate experimental contexts will be relevant to this objective, as will the development of increasingly sophisticated travel simulators (e.g. Bonsall and Parry, 1991; Chang and Mahmassani, 1993; Koutopoulos *et al.*, 1993; Polak and Jones, 1993; Vaughn *et al.*, 1993).

Amongst of the benefits which behavioural research might expect to derive from such a re-focusing and extension of effort would be:

- researchers would have new ability to directly test (competing) behavioural theories under controlled conditions and in the absence of confounding co-varying factors;
- in considering theory, researchers would be forced to clearly differentiate between those elements of theory which constitute substantive propositions regarding travel behaviour and those which are instrumental or auxiliary in nature;
- researchers would be able to more easily replicate the methods and approach of others, for the purpose of comparison and evaluation of results;
- researchers would be encouraged to think critically about theory and to appreciate more fully the need for empirical research to be guided by genuine theoretical insight.

4. CONCLUSIONS

This paper has drawn attention to the problematic nature of the relationship between the theoretical and the empirical manifestations of travel behaviour research. There is generally a lack of the critical engagement between these two

[10] It should be noted however, that there is a significant tradition of the use of SP and simulation techniques as exploratory devices (e.g. Ettama *et al.*, 1993; Jones, 1979; Jones *et al.*, 1989; Mahmassani and Herman, 1990; Polak and Jones, 1993).

activities which we have argued is a necessary characteristic of a mature scientific enterprise. This gap between theoretical and empirical activities is to the detriment of positive progress in the field as a whole.

We have argued that one way in which we can begin to close the gap is by giving much greater importance to the role of experimental methods of research. In particular, we have argued that with an appropriate shift in theoretical outlook, much of the experience which has been gained in the development and use of stated preference techniques in travel behaviour research is directly relevant to the more ambitious goal development, evaluation and refinement of theory.

It is important to point out that our advocacy of an experimental paradigm is not based on a naive or romanticised vision of science, nor on a desire to simply ape the methodology of the natural sciences. Rather, this advocacy is based on a specific diagnoses of some of the shortcomings of current travel behaviour research and on the argument that experimental methods are well placed to make a major contribution to tackling these problems.

We have emphasised the methodological difficulties faced by experimentalists in the social sciences and we recognise that concern over relevance and real-world validity of experimentally-derived results will remain a proper element of the overall critical orientation which we advocate. However, in the author's view it is simply not tenable for those seriously concerned with travel behaviour research to continue to ignore the gap between theoretical and empirical behavioural research or to summarily dismiss the potential of experimental techniques.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Kay Axhausen, Mike Bell, Martin Hazelton, Peter Jones, Antti Talvitie, Philippe Toint, Michel Vause and Petros Vythoulkas for their useful comments. The standard disclaimers apply.

BIBLIOGRAPHY

ANDERSON NH (1970), Functional measurement and psychological judgement *Psychological Review* **77**, pp. 153-170.

AXHAUSEN KW (1993), What are we searching when we search for behavioural constants? Some observations, paper presented to the *25th UTSG Annual Conference*, University of Southampton.

BARBER TX (1976), *Pitfalls in Human Research*, Pergamon Press, Oxford.

BATTY M (1976), *Urban Modelling*, Cambridge University Press, Cambridge.

BEN-AKIVA ME (1992), The evaluation of transport models: a twenty year review, *Proceedings 20th PTRC Summer Annual Meeting*.

BELL MGH (1994), The jewels in the crown of transportation science paper presented *26th UTSG Annual Conference*, University of Leeds.

BLAUG M (1992), *The Methodology of Economics*, (2nd edition), Cambridge University Press, Cambridge.

BONSALL PW and PARRY T (1991), Using an interactive route-choice simulator to investigate drivers compliance with route guidance advice' *Transportation Research Record* **1036**, pp. 59-68.

BROCK WA and SAYERS CL (1988), Is the business cycle characterised by deterministic chaos? *Journal of Monetary Economics* **22**, pp. 71-90.

CHADWICK GF (1971), *A Systems View of Planning*, Pergamon Press, Oxford.

CHANG P and MAHMASSANI HS (1993), A dynamic interactive simulator for the study of commuter behaviour under real-time information supply strategies, paper presented to *the 72nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington.

DAVIS DD and HOLT CA (1993), *Experimental Economics*, Princeton University Press, Princeton NJ.

DUCCA F (1993), Improving travel demand forecasting procedures *Proceedings of the 21st PTRC Summer Annual Meeting*.

ETTEMA D, BORGERS A and TIMMERMANS HJP (1993), Using interactive computer experiments for investigating activity scheduling behaviour, *Proceedings 21st PTRC Summer Annual Meeting*.

EVANS SE and MACKINDER IH (1980), Predictive accuracy of British transportation studies *Proceedings 8th PTRC Summer Annual Meeting*.

FRIEDMAN M (1953), *Essays in Positive Economics*, University of Chicago Press, Chicago.

GOODING D, PINCH TJ and SCHAFFER S (Eds.) (1989), *The Uses of Experiment: Studies in the Natural Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge.

HAUSMAN J and WISE DA (Eds.) (1985), *Social Experimentation*, University of Chicago Press, Chicago.

HAUSMAN J (Ed.) (1993), *Contingent Valuation: A Critical Assessment*, North Holland.

HENSHER DA (1994), Stated preference analysis of travel choices: the state of practice forthcoming in *Transportation*.

HEY JD (1991), *Experiments in Economics*, Blackwell, Oxford.

JONES PM (1979), HATS: A technique for investigating household decisions *Environment and Planning A* **11A**(1), pp. 59-70.

JONES PM, BRADLEY M and AMPT ES (1989), Forecasting household responses to policy measures using computerised, activity-based stated preference techniques in International Association for Travel Behaviour (Ed.) *Travel Behaviour Research*, Averbury, Aldershot.

JONES-LEE MW (1990), The value of transport safety *Oxford Review of Economic Policy* **6**(2), pp. 39-60.

KITAMURA R, LULA CV, KESSLER J, and de JONG GC (1993), Emerging modelling needs in the context of new U.S. transportation-air quality strategies:

incorporating alternative fuels paper presented at the *72nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington.

KOUTSOPOULOS HN, LOTAN T and YANG Q (1993), A driving simulator and its application for modelling route choice in the presence of information paper presented to the *72nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington.

KUHN TS (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, (2nd edition), University of Chicago Press, Chicago.

LEA SEG, WEBLEY P and YOUNG BM (Eds.) (1992), *New Directions in Economic Psychology*, Edward Elgar, Aldershot.

LEE-GOSSELIN MEH and PAS EI (1994), The implications of emerging contexts for travel behaviour research in PR Stopher and MEH Lee-Gosselin (Eds.) *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, Pergamon Press, Oxford.

LICHTENSTEIN S and SLOVIC (1971), Reversals of preference between bids and choices in gambling situations *Journal of Experimental Psychology* **89**, pp. 46-55.

LOOMES G (1989), Experimental Economics in J.D. Hey (Ed.) *Current Issues in Microeconomics*, Maclillan, Basingstoke.

LOUVIERE JJ (Ed.) (1992), Special issue on experimental choice analysis *Journal of Business Research* **24**(2), pp. 89-189.

MACHINA MJ (1989), Choice under uncertainty: problems solved and problems unsolved in J.D. Hey (Ed.) *Current Issues in Microeconomics*, Maclillan, Basingstoke.

MAHMASSANI HS and HERMAN R (1990), Interactive experiments for the study of tripmaker behaviour dynamics in congested commuting systems in PM Jones (Ed.) *Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis*, Avebury, Aldershot.

MITCHELL RC and CARSON RT (1989), *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Resources for the Future, Washington, DC.

MOSEKILDE E, LARSEN E and STERNMAN J (1991), Coping with complexity: deterministic chaos in human decision making behaviour in J.L. Casti and A. Karlqvist (Eds.) *Beyond Belief: Randomness, Prediction and Explanation in Science*, CRC Press, Boca Raton.

ORFEUIL JP (1991), Prospects for travel behaviour and travel behaviour research, paper presented to the *3rd ISIRT Round Table*, Toulouse.

PAS EI (1990), Is travel demand analysis in the doldrums? in PM Jones (Ed.) *Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis*, Avebury, Aldershot.

PICKRELL DH (1990), *Urban Rail Transit Projects: Forecast versus Actual Ridership and Costs*, Urban Mass Transit Administration, US Department of Transportation, Washington.

POLAK JW (1987), A comment on Supernak's critique of transport modelling *Transportation* **14**(1), pp. 63-72.

POLAK JW and JONES PM (1993), The acquisition of pre-trip information: A stated preference approach *Transportation* **20**(2), pp. 179-198.

POLAK JW and JONES PM (1994), Using stated preference methods to examine traveller preferences and responses in PR Stopher, MEH Lee-Gosselin (Eds.) *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, Pergamon Press, Oxford.

REPLOGLE MA (1993), Improving transportation modelling for air quality and long-range planning paper presented at the *72nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington.

ROSENHEAD J (Ed.) (1989), *Rational Analysis for a Problematic World*, John Wiley and Sons, London.

SAYER RA (1992), *Method in Social Science*, (2nd edition), Routledge, London.

Science and Engineering Research Council (1993) *A Review of Transport Research and Education*, Public Relations Unit, SERC. Swindon.

SHACKLE GLS (1972), *Epistemics and Time: A Critique of Economic Doctrines*, Cambridge University Press, Cambridge.

STERMAN JD (1989), Testing behavioural simulation models by direct experiment *Management Science* **33**, pp. 1572-1592.

STOPHER PR (1993), Deficiencies of travel-forecasting methods relative to mobile emissions *Journal of Transportation Engineering* **119**(5), pp. 723-741.

TALVITIE A (1993), Things planners believe in and things planners deny Unpublished manuscript.

THOMPSON JMT and STEWART HB (1986), *Nonlinear Dynamics and Chaos*, John Wiley and Son, Chichester.

TIMMERMANS HJP (1984), Decompositional multiattribute preference models in spatial choice analysis: A review of some recent developments *Progress in Human Geography* **8**, pp. 189-221.

VAUGHN KM, ABDEL-ATY MA, KITAMURA R, JOVANIS P, YANG H, KROLL NE, POST RB and OPPY B (1993), Experimental analysis and modelling of sequential route choice under ATIS in a simplistic traffic network presented to the *72nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington.

WEBBER MJ (1984), *Explanation, Prediction and Planning*, Pion, London.

WILLER D and WILLER J (1973), *Systematic Empiricism: Critique of a Pseudo Science*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

REINTRODUCING ATTITUDE THEORY IN TRAVEL BEHAVIOR RESEARCH: THE VALIDITY OF AN INTERACTIVE INTERVIEW PROCEDURE TO PREDICT CAR USE

Tommy Gärling, Robert Gillholm, Anita Gärling
Department of Psychology, Göteborg University

1. INTRODUCTION

In transport planning there is a need for accurate forecasts of future travel behavior. A methodological challenge is therefore to find methods which satisfy this need (Goodwin et al., 1990). Transport researchers first turned to methods for measuring attitudes (Pas, 1990; for research examples, see, e.g., Golob et al., 1979; Koppelman, Lyon, 1981). Later, these methods were replaced by stated-preference and stated-choice methods (Hensher, 1994; Louvière, 1988a, 1988b; Timmermans, Golledge, 1990)[1].

It has been argued that a problem with stated-response methods is that they lack a substantial theoretical underpinning which can be used to assess their predictive validity (Gärling et al., 1995; Levin, Louvière, 1981). Attitude theory (Dawes, Smith, 1985) was downplayed when stated-response methods were introduced, although this theory may actually be general enough to provide a theoretical underpinning also for the latter methods.

In this article we first briefly reintroduce attitude theory, including its recent developments; then we discuss its implications for the prediction of travel behavior. In the final section we demonstrate the predictive validity of a method for predicting car use.

2. ATTITUDE THEORY AND THE PREDICTION OF BEHAVIOR

Attitude refers to an evaluative response to some object which disposes a person to behave in a certain way toward it (Ajzen, 1987; Dawes, Smith, 1985). The early findings (Wicker, 1969) that attitude did not accurately predict behavior led to questioning the concept's scientific value. The expression attitude-behavior

---

[1] In outlining a broader such approach, Lee-Gosselin (1996) more recently introduced the term stated-response methods. Although basically sympathetic to this approach, it is important here that we maintain the distinction between stated preference where respondents evaluate a single behavioral alternative, stated choice where respondents select a preferred behavioral alternative among several available, and stated intention where respondents indicate how strongly they intend or how likely they are to perform a single behavioral alternative. In the following we sometimes use the term stated response to refer to the first two, whereas the third as well as other related methods will be labelled differently

*in*consistency was coined, referring to the low degree of correspondence between attitude and behavior. A major contribution of Fishbein, Ajzen (1974, 1975; Ajzen, Fishbein, 1977) was to introduce the idea that intention mediates between attitude and behavior, and that intention predicts behavior more accurately than does attitude. The question of whether or not attitude predicts behavior is in the following discussion treated as two separate questions: (i) How well does attitude predict intention (attitude-intention consistency)?; and (ii) How well does intention predict behavior (intention-behavior consistency)?

2.1. Attitude-Intention Consistency

The theory of reasoned action (Fishbein, Ajzen, 1975) assumes that an intention to perform a behavior (*I*) is related to the attitude toward performing the behavior (*A*) and the subjective norm for performing the behavior (*SN*). The relationship is specified by the equation

$$I = w_A A + w_{SN} SN$$

where the *w*s are weights determined empirically by means of OLS linear regression. Attitude and subjective norm are similarly defined as beliefs about the outcomes of performing the behavior, in the former case about the degree to which the outcomes are evaluated as positive or negative and in the latter case about the degree to which important others or referents (parents, spouse, friends, tax authorities etc.) approve or disapprove performance of the behavior. The equation specifying the former relationship is

$$A = \Sigma b_i e_i$$

where b_i is a behavioral belief or subjective probability that the behavior will result in outcome *i* with a value or valence e_i. The corresponding equation for subjective norm (*SN*) is

$$SN = \Sigma b_j m_j$$

here, b_j is a normative belief or subjective probability that referent *j* will approve performance of the behavior, whereas m_j denotes the motivation to comply with referent *j*. The higher *SN* is, the more social pressure a person experiences to perform the behavior.

In a recently published meta-analysis (Kraus, 1995), the correlation between attitude and behavior was found to be low (mean bivariate $r = .38$). In accordance with the theory of reasoned action, another more extensive meta-analysis (Sheppard et al., 1988), including a total of 87 studies with 12,624 subjects, showed that the relationship to behavior is higher if predicted from intention. Here the mean bivariate correlation between intention and observed or self-reported behavior was .51. Furthermore, a multiple correlation of .66 was obtained between measures of

intention, on the one hand, and measures of attitude and subjective norm, on the other hand.

Although the theory of reasoned action has been used rather successfully in a large number of applications (e.g., Ajzen, Fishbein, 1980; Sheppard et al., 1988), there have been several attempts to improve its predictive validity by either adding new variables to the theory or changing its internal structure (Bagozzi, 1992). Its most critical limitations are perhaps theoretical rather than empirical. The theory of reasoned action seems to deal adequately with the relationship between attitude and intention, but the question of how an intention is implemented in behavior has largely been ignored.

An obstacle to predicting behavior from intention is that much behavior is habitual. Engaging in a habitual behavior is perhaps not preceded by the formation of an intention (Ronis et al., 1989). Bentler, Speckart (1979, 1981) and Gärling (1992b), among others, have found that the frequency with which a behavior has been performed in the past more accurately predicts its future frequency of performance than does stated intention. It should be noted that frequently performed behaviors are not necessarily habitual (Verplanken et al., 1994). Ronis et al. (1989) proposed that in order to qualify as habitual, a behavior must not be preceded by deliberate decisions. Referring to psychological research on automatic information processing, Gärling, Garvill (1993) in a similar vein conceived of habitual behavior as forming a continuum from behavior not preceded by any deliberate decisions to behavior preceded by many deliberate decisions.

The stated objective of the theory of reasoned action was to predict behavior under volitional control (Fishbein, Ajzen, 1975). Because habitual behavior is not under volitional control, such behavior should be excluded. Another important class of behavior that should be excluded is that performance is not strictly volitional since it depends on the availability of some form of skill and/or resource (time, money, or cooperation from others). Nevertheless, the theory of reasoned action has frequently been used to predict such behavior. Following Warshaw, Davis (1985), Sheppard et al. (1988) distinguished between goals or outcomes and behaviors. The attainment of goals or outcomes is generally not under volitional control but behavior aimed at attaining a goal may be. In their meta-analysis Sheppard et al. (1988) divided previous studies into those that had investigated goal/behavior not under volitional and those that had investigated behavior under volitional control. It was found that intention predicted the latter more accurately than the former ($r = .58$, as compared to $r = .45$).

The problem of incorporating behavior not under volitional control was addressed by Ajzen (1985, 1988, 1991) in the theory of planned behavior. In this theory, Ajzen includes perceived behavioral control as a measure of a person's confidence in his or her ability to perform a particular behavior (Figure 1). The inclusion of this variable increased accuracy in predicting behavior not under

volitional control (e.g., Ajzen, Madden, 1986; Fredericks, Dosett, 1983; Gärling, 1992a; Netemeyer et al., 1991; Schifter, Ajzen, 1985). Perceived behavioral control, however, only influences intention; behavior is only influenced to the degree the person has actual behavioral control. Still, there are reasons to believe that perceived and actual behavioral control are correlated. One reason is that people learn about the degree of actual behavioral control from previous attempts at attaining outcomes. Another reason is that perceived behavioral control reflects how much people know that they try to achieve behavioral control, and that how much they try is related to how successful they are.

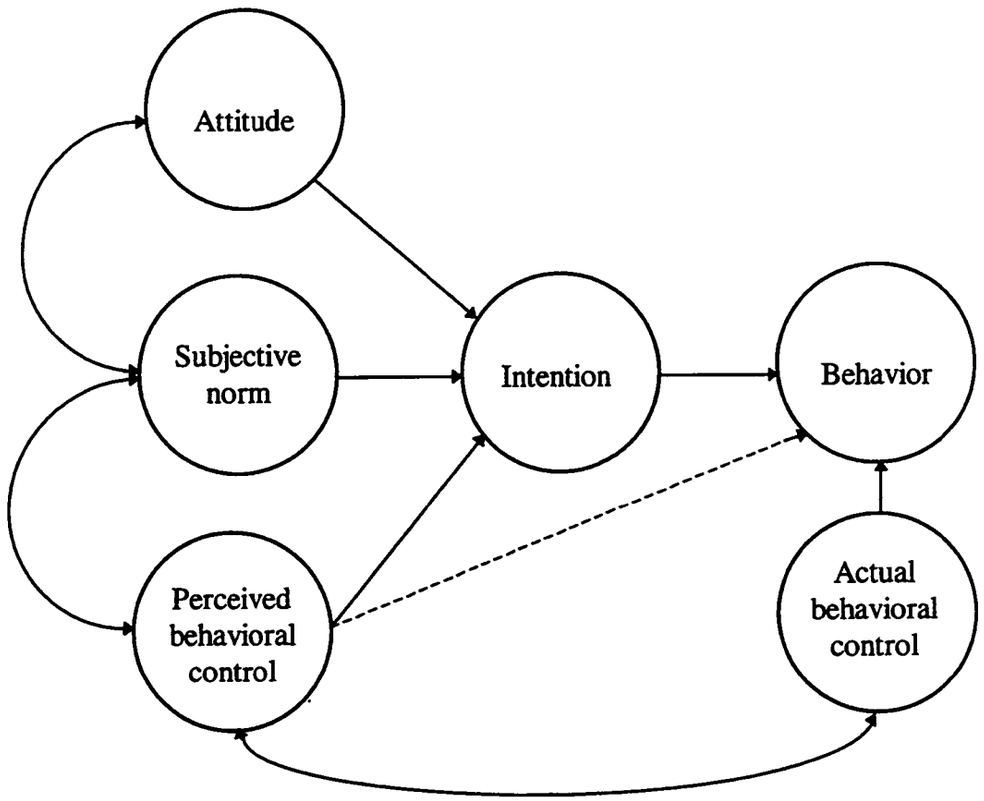


Figure 1: A schematic description of relationships specified in the theory of planned behavior. (After Ajzen I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50,* 179-211.)

Bagozzi (1992) has proposed a related theory of trying. According to this theory, possibly with the rather infrequent exceptions for behavior facing no impediments, a person makes the choice of performing a behavior trying to achieve a goal. Attitude and subjective norm are assumed to predict the degree to which a person is *trying* to perform a behavior. In this way the problem of distinguishing

between behavior under volitional control and behavior not under volitional control is circumvented.

2.2. Intention-Behavior Consistency

Although the theories of planned behavior (Ajzen, 1991) and trying (Bagozzi, 1992) attempt to deal with the question of how intentions are implemented, more recent work related to attitude theory has focussed more directly on this issue. Gollwitzer (1990, 1993) introduced a distinction between goal intention and implementation intention. A person with a goal intention has stopped deliberating about alternative goals or end-states since he is committed to pursue one alternative. A choice must also be made of a route to implementation including choices of time or sequence and place of instrumental behavior. When the situational contexts specified by the implementation intention materialize, the intended behavior is triggered by features in the environment activating a memory representation of the goal. Direct supportive evidence comes from Gollwitzer (1993) who found a higher intention-behavior consistency when subjects were induced to form an implementation intention. Additional, indirect evidence comes from studies demonstrating augmented readiness to perceive relevant situational cues, promotion of attentional strategies for searching such cues, and reduced forgetting of intentions (e.g., Gollwitzer et al., 1990; Gollwitzer, Kinney, 1989).

As similarly argued by Eagly, Chaiken (1993), planning is an important component of the implementation of an intention. Hayes-Roth, Hayes-Roth (1979, pp. 275-276) defined planning as «the predetermination of a course of action aimed at achieving some goal.» As illustrated in Figure 2, it is suggested that planning reinforces the intention-behavior consistency by increasing the strength of an intention and enhancing memory for the intention. According to Gollwitzer (1990, 1993), planning consists of finding implementational routes to a single goal. However, planning daily behavior also entails coordinating, possibly conflicting, goals and plans. Even if every step of a certain behavior is meticulously planned, the plan may still fail if it does not take into account concurrent plans. Consequently, a third effect of planning which should increase intention-behavior consistency may be effective coordination of concurrent plans.

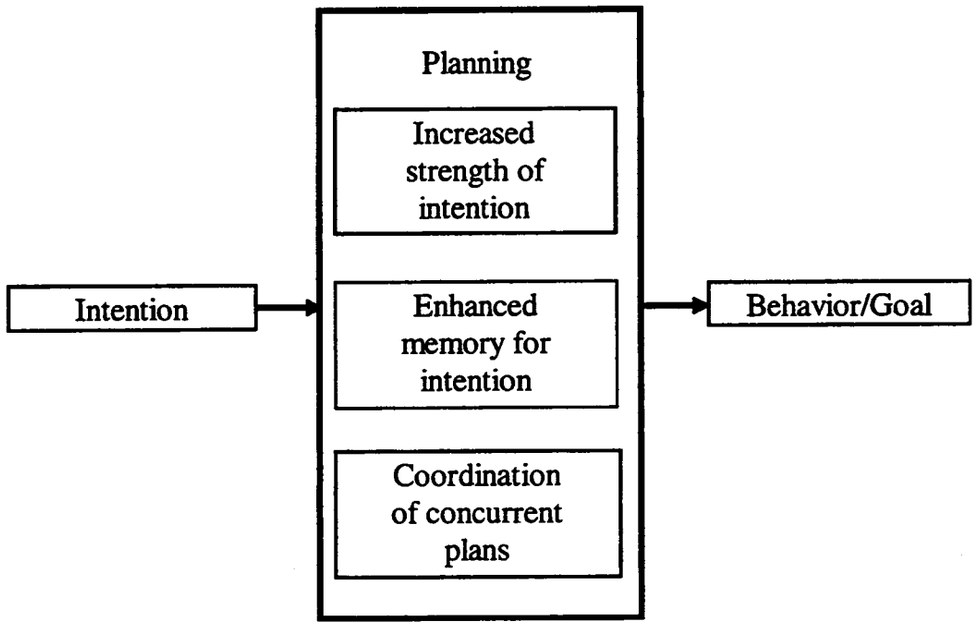


Figure 2: Suggested reasons why planning increases intention-behavior consistency

3. METHODOLOGICAL IMPLICATIONS

Two interrelated methodological problems relevant to forecasting travel behavior are: first, why is there often a low correspondence between measures of attitude and observed or self-reported behavior, and, second, how should the predictive validity of such measures be increased. A suggested solution, based on the theory of reasoned action (Fishbein, Ajzen, 1975), is that intention should be measured rather than attitude. In accordance with this suggestion, it has been recommended that data be collected on stated choices rather than stated preferences (e.g. Hensher, 1994). Furthermore, many surveys aim at measuring intention (Ampt et al., 1985).

Although measuring intention improves prediction of behavior, there is still room for further improvement. After elucidating some of the reasons for why intentions fail to predict behavior, a tentative answer will in this subsection be given to the question what an appropriate measure of intention should be. The preceding analysis of previous research suggests the following three possible causes of why intentions are not implemented: (1) When forming intentions people are unrealistic because they do not take into account concurrent plans, thus they believe that they have more control over the behavior than they actually have; (2) People change their minds because their intentions are weak or labile; (3) People forget their intentions. To this we may add a possible methodological flaw: People are sometimes dishonest when they answer questionnaire or interview questions. That is, respondents may state that they intend to perform a behavior knowing full well that they do not.

Respondents lie because they feel they have something to gain from being dishonest, they want to make a good impression, or they try to comply with demand characteristics. Established principles for designing surveys, including how to ask nonleading questions (Richardson et al., 1995; Sudman, Bradburn, 1986), must be carefully followed to prevent these factors from unduely influencing respondents.

As illustrated in Figure 3, the above three causes of intention-behavior inconsistency pertain to failures to perform a behavior despite a stated intention to do so («false alarm»). However, inconsistency also arises if a person performs a behavior without having stated an intention to do so («miss»). Such errors may be observed for habitual behavior whose performance is not necessarily preceded by the formation of an intention (Bentler, Speckart, 1979, 1981; Gärling, 1992b) as well as in relation to impulsive behavior where intentions sometimes are formed after the measurements are made (Gärling, 1992a; Triandis, 1977). Thus, both impulsive and habitual behavior may be less accurately predicted from a stated intention.

		Behavior: Performed	Behavior: Not performed
Stated intention	Yes	HIT	FALSE ALARM Unrealistic intention Weak or labile intention Forgetting intention
	No	MISS Habitual behavior Impulsive behavior	TRUE REJECTION

Figure 3: Suggested reasons for two forms of intention-behavior inconsistency

It is suggested that a classification of behavior as planned, habitual, or impulsive may provide a key to improving predictive validity of intention measures. Alluding to Figure 2, whether or not an intention is formed, and if it is formed, how much the behavior is subsequently planned, appears to be important distinguishing factors (Table 1). Habitual behavior was defined above as behavior which is not preceded by the forming of an intention (termed automatic information-processing mode). Although forming an intention is likely to precede impulsive behavior, such an intention is usually formed late since it is triggered by the situation and the person's state (affective information-procesing mode). Similarly as for habitual behavior, much planning is unlikely to take place. As indicated by our preceding analysis, planned behavior may also be similar to habitual behavior in that both is

triggered by the situational context and the person's state. The crucial difference is that the behavior is to a larger degree preceded by deliberate decisions or planning (deliberate information-processing mode).

	No or little planning	Much planning
No intention formed	*Habitual behavior*	
Intention formed	*Impulsive behavior*	*Planned behavior*

Table 1: Proposed Classification of Planned, Impulsive, and Habitual Behavior

Since planned behavior is in general more accurately predicted from intention if it is measured a reasonable period of time in advance, a recommendation is to identify habitual and impulsive behaviors so that they can be excluded from any questionnaire or interview aiming at measuring stated intention. However, it has been possible to accurately predict habitual behavior from different measures (Bentler, Speckart, 1979, 1981; Gärling, 1992b), in fact even more accurately than planned behavior. Such measures include ratings of how habitual the behavior is or observations or self-reports of behavior. Impulsive behavior may not be possible to predict at all unless data is collected very close in time. An additional problem is that both habitual and impulsive behavior are likely to take precedence over planned behavior, thus may interfere with the performance of the latter. Therefore, identifying such sources of interference should improve the prediction of behavior which are not habitual or impulsive. This was attempted by Gärling et al. (1995) who from data on activity plans with some success constructed indices of realism of such plans. Although a possible route to improvement, more conceptual and empirical work is needed. An important task is to find useful operational definitions of planned, habitual, and impulsive behaviors.

4. THE PREDICTION OF CAR USE

Since the early '80s there have been several attempts to develop interactive interview procedures aiming at predicting how households would change their travel behavior if different policies are implemented. The first was the Household Activity-Travel Simulation (HATS; see Jones, 1979). Later, Lee-Gosselin (1989, 1990) developed the Car Use Pattern Simulation Game (CUPIG). HATS has been computerized to run on a portable computer (Jones et al., 1989). Another computerized interview procedure is the Method of Activity Guided Information Collection (MAGIC) (Ettema et al., 1993, 1994). No previous research seems to have been conducted to assess the predictive validity of these procedures. It thus appears to have been taken for granted that the travel pattern revealed by the interview procedure is also that pattern households would follow if the policy were implemented. An interview procedure like CUPIG (Lee-Gosselin, 1989, 1990)

provides all household members with easily accessible information about how they use their car(s) during a week. Then they are asked to make a plan about how they can reduce their car use. It is likely that the interview procedure causes the household to plan rather carefully. In this planning process unrealistic choices may be discovered (or, in fact, pointed out by the interviewer), which in turn probably results in a realistic plan. However, a problem arises if much travel is impulsive. Impulsive trips will be more difficult to predict and may interfere with other trips. As a result, these trips will similarly be more difficult to predict.

The studies to be described below investigated the accuracy of an interactive interview procedure, similar to CUPIG, in predicting different types of car use, either before or after households had been asked to reduce it. Underprediction of the frequency of all kinds of trips may suggest a response bias. In order to assess if there are differences between planned, habitual, and impulsive behavior, it was assumed that work trips would be more habitual than shopping and leisure trips. Shopping trips would perhaps more often be impulsive whereas leisure trips, usually engaging the whole family, would more often be planned.

The procedure was designed to tap both habitual and planned travel. No method may, however, predict impulsive behavior. Thus, shopping trips were expected to be underpredicted more than other trips. In a phase where respondents were asked to state how much they would reduce car use, such reduction was expected to be largest for planned trips. However, respondents were also expected to cut down on habitual trips. An indication of this would be if leisure and work trips were reduced to a greater extent. On the other hand, more underprediction of actual car trips was expected. Despite the planning entailed, respondents may have weak or labile intentions to actually implement the planned changes. It was further assuemd that work trips would be underpredicted since, in general, habitual behavior is more difficult to change.

4.1. Study 1

Study 1 (Gärling, Marell, 1992) was conducted in Umeå, Sweden (population 94,000 residents). Seventy-eight car-owning households with two adult members and at least one pre-adolescent were randomly assigned to either an experimental or a control group. Household members in both groups were first interviewed in their homes and asked to keep a log of their car use the week following the interview. In the interviews husbands and wives were asked to report every car trip they expected to make the following week. Information was elicited about starting points and end destinations, approximate departure and arrival times, and passengers. Respondents were requested to include habitual as well as planned trips. Households in the experimental group were then asked to attempt to reduce car use by considering, for each trip, whether they could suppress it, combine it with some other trip, choose a closer destination, get a ride with somebody else, or choose another travel mode. At the end of the interviews, all households were carefully instructed how to keep the

car log. The format of the log was essentially the same as those forms the households filled out in the interviews. In addition, the respondents were required to read off the odometer before each trip.

The results are displayed in Table 2[2]. As may be seen, the number of actual trips always exceeded the number of stated trips. Furthermore, the average number of actual trips was less in the experimental than in the control group, indicating an effect of the requirement to reduce car use. An analysis of variance (ANOVA) performed on the data for all trips yielded a significant main effect of experimental vs. control group, $F(1,76) = 4.09$, $p<.05$, a significant main effect of stated vs. actual trip, $F(1,76) = 56.30$, $p<.001$, and a significant interaction between these factors, $F(1,76) = 11.15$, $p<.001$. Tukey post hoc tests showed that the difference between stated and actual trip frequency was significant in the control group but not in the experimental group. Furthermore, the difference between experimental and control group was significant for actual but not for stated trip frequency. Also indicating an effect of the requirement to reduce car use, the number of stated trips was reduced in the experimental group. An additional ANOVA followed by post hoc tests showed that this difference was reliable, $F(2, 78) = 28.17$, $p<.001$. However, the actual trip frequency was still reliably higher than the stated reduced frequency. Contrary to expectations, the difference was smaller in the experimental than in the control group.

	Control group (n=38)				Experimental group (n=40)					
	Stated		Actual		Stated		Stated reduced		Actual	
	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s
Work trips	**4.5**	2.9	**5.2**	3.2	**5.1**	5.6	**3.8**	3.0	**5.2**	5.2
Shopping trips	**2.3**	2.3	**6.4**	4.1	**1.6**	1.3	**1.3**	1.3	**3.8**	2.7
Leisure trips	**8.7**	6.0	**13.4**	7.9	**7.5**	5.6	**6.6**	5.6	**9.8**	6.6
All trips	**24.8**	12.3	**37.2**	17.5	**22.8**	11.3	**18.7**	9.1	**27.6**	12.7

Table 2: Mean Number of Weekly Car Trips Stated and Actually Made by Housholds Who Either Were or Were Not Required to Reduce Car Use (Experimental and Control group, respectively)

Deviations from the general pattern were found for different trips. As expected, respondents stated that they would reduce the number of work trips. However, the number of actual work trips did not differ reliably than from that observed in the control group. Both shopping and leisure trips were only slightly reduced in the planning phase, but the actual trip frequency was still much lower than that of the control group. An explanation may be that these trips consisted of

[2] Only trip frequencies are reported here. The results were almost identical for travel distances.

both planned and impulsive travel. Another plausible explanation is that the households suppressed impulsive trips.

4.2. Study 2

Study 2 was conducted in one of the major metropolitan areas of Sweden (Göteborg, population 444,500 residents) with the aim of replicating the results of Study 1 which may be specific for a sparsely populated area. A second aim was to determine if information about public transport services in the planning phase would lead to an additional stated reduction of car use, and if this reduction would predict a reduction in actual car use.

A larger sample of 130 car-owning households with two adult members and at least one pre-adolescent were recruited. They were randomly assigned to four groups. During the interviews, subjects in two of the groups had access to regular timetables for available public transport (busses, trams, and commuter trains, respectively). In one of these groups, both respondents also had access to personal timetables[3] which specified when and how to travel to and from work. This information was also available to subjects in one of the groups that did not have access to regular timetables. In other respects the procedure was essentially the same as in Study 1 except that both car trips and trips exceeding 1 km with other transport modes were recorded both during the interviews and in the following week[4].

No statistically significant effects of information were found. In Table 3 the results are collapsed for those groups who received any information and compared to those who received no information. Overall, the number of actual trips was higher than the number of stated trips, and the number of stated trips lower when respondents were required to reduce car use. An ANOVA on all subjects' data, followed by Tukey post hoc tests, showed that the differences between stated and actual trip frequencies as well as between stated and stated reduced trip frequencies were significant, $F(2, 252) = 74.64$, $p<.001$. About the same relative reduction in the planning phase was observed for all trips. However, underprediction was not larger for work trips than for leisure trips (74% as compared to 70% of the actual trip frequency) but much larger for shopping trips (38%).

[3] Such a service is available through the public transport company.

[4] Trips with other transport modes are not reported here.

	No access to information (n=37)						Access to information (n=93)					
	Stated						Stated					
	Stated		reduced		Actual		Stated		reduced		Actual	
	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s
Work trips	**5.1**	4.7	**4.1**	4.4	**6.2**	5.7	**5.0**	2.8	**4.7**	2.8	**6.0**	4.5
Shopping trips	**1.3**	1.3	**1.2**	1.3	**3.0**	2.6	**1.4**	1.3	**1.3**	1.3	**3.5**	2.9
Leisure trips	**8.5**	5.3	**7.0**	4.7	**10.2**	7.2	**7.7**	6.6	**7.1**	6.5	**10.0**	9.5
All trips	**23.1**	10.3	**19.4**	10.5	**28.0**	13.4	**22.6**	10.7	**20.6**	10.7	**28.5**	14.6

Table 3: Mean Number of Weekly Car Trips Stated and Actually Made by Housholds Who Were Requested to Reduce Car Use With or Without Access to Information About Public Transport

Table 4 shows the results of sets of OLS linear regression analyses. Except for shopping trips, the predictive validity was higher than usually found (R = .72 and .80, as compared to .51 in Sheppard et al.'s (1988) meta-analysis). It seems possible that the better predictive validity may be accounted for by the fact that the interview procedure led to more realistic plans. At the same time, it may be noted that the stated reduction contributed reliably only to the prediction of actual work trips although the regression coefficient was also nearly significant for leisure trips.

	Stated			Stated reduced				
	r	b	t	r	b	t	R	F
Work trips	.69	0.52	1.92*	69	0.52	1.95*	.70	60.26***
Shopping trips	.40	1.36	3.63***	.30	-0.58	-1.52	.42	13.52***
Leisure trips	.81	0.72	2.94**	.80	0.47	1.85	.82	126.52***
All trips	.79	0.65	3.50***	.78	0.45	2.44*	.80	113.96***

Table 4: Bivariate Correlations (r), Regression Coefficients (b), and Multiple Correlations (R) for Predictions of Actual Weekly Trip Frequency From Stated Weekly Trip Frequency With or Without Imposed Requirement to Reduce Car Use

*: p <.05 ; **: p <.01 ; ***: p <.001.

5. DISCUSSION

By means of an interactive interview procedure similar to CUPIG (Lee-Gosselin, 1989, 1990), HATS (Jones, 1979; Jones et al., 1989), and MAGIC (Ettema et al., 1993, 1994), intentions to make car trips were elicited. Stated intentions did not perfectly predict actual car use, although the correspondence was higher than found in many other studies of the relationship between intention and behavior (Sheppard et al., 1988). There were some differences in procedure which may be important to note. CUPIG and HATS require a tedious data collection the

week preceding the actual planning phase. Since respondents are anyway likely to remember those trips which either are planned or habitual, this data collection is hardly necessary. Also, it is not certain that respondents' plans correspond to how they travelled the week before. What is probably more important is that respondents in both CUPIG and HATS may get a better idea about the constraints on their travel plans. If so, they may be able to form a more realistic plan than in the present studies. The results may therefore to some degree underestimate the predictive validity of these procedures.

A second point is that no firm conclusion can be drawn as to whether or not required reduction in car use in fact predicts actual reduction. The results naturally do not permit any conclusion concerning long-term changes. However, they were also mixed concerning changes in the short-term. Although the results seemed to correspond rather well to the predictions in Study 1, the results were less convincing in Study 2.

Differences were observed depending on type of trip. An interesting possibility is that these differences are related to whether the travel is planned, habitual, or impulsive. Both planned and habitual behavior may be equally easy or difficult to reduce in the planning phase, although in the case of habitual behavior such changes are more difficult to implement. If work trips are predominantly habitual and leisure trips predominantly planned, one should not expect that the difference between stated frequency and stated reduced frequency would differ while the difference between stated reduced and actual frequency would. As Table 5 shows, the expected pattern was only partially confirmed. In Study 2 the relative reduction of stated frequency was about the same for work and leisure trips. However, in Study 1 it was slightly lower for work trips. Also, there was little difference between work and leisure trips in how much the actual frequency differed from stated reduced frequency. As expected, this relative difference was much lower for work and leisure trips than for shopping trips. However, since the reported shopping trips were most likely planned or habitual, it is understandable that the relative stated reduction for shopping trips did not differ much from work and leisure trips. In summary, the support is at best partial. However, it should be noted that this conclusion relies on rough assumptions about the different kinds of travel. Further detailed analyses of particular trips are needed. It would, for instance, be possible in future work to ask subjects to indicate which trips are planned and which they make habitually (Gärling, 1992b).

	stated reduced frequency stated frequency	stated reduced frequency actual frequency
	Study 1 (experimental group)	
Work trips	0.74	0.73
Shopping trips	0.81	0.34
Leisure trips	0.88	0.67
	Study 2	
Work trips	0.87	0.74
Shopping trips	0.93	0.38
Leisure trips	0.90	0.70

Table 5: Stated Reduced Frequency Relative to Stated Frequency and Actual Frequency, Respectively, of Car Use for Different Types of Trips

It may be concluded that an interactive interview procedure requiring interviewees to report planned and habitual trips may make possible quite accurate short-term prediction of actual trip making, perhaps more accurate than can be achieved with any other method. However, the prediction of actual trip making may be less accurate if interviewees are requested to plan and report changes. At least, further research on this issue is needed before any firm conclusions can be reached. As has been reviewed above, there are theoretical reasons why measures obtained through an interactive interview procedure such as CUPIG (Lee-Gosselin, 1989, 1990) would be good predictors of actual car use. A challenge for the future is how large-scale surveys should be designed to achieve the same predictive validity.

BIBLIOGRAPHY

AJZEN I (1985), From intentions to actions: A theory of planned behavior, In J Kuhl, J Beckmann (Eds.), *Action-control: From cognition to behavior*, pp. 11-39, Heidelberg: Springer.

AJZEN I (1987), Attitudes, traits, and actions: Dispositional prediction of behavior in personality and social psychology, In L Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Volume 20, pp. 1-63, San Diego, CA: Academic Press.

AJZEN I (1988), *Attitudes, personality, and behavior*, Milton Keyes, UK: Open University Press.

AJZEN I (1991), The theory of planned behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*, pp. 179-211.

AJZEN I, FISHBEIN M (1977), Attitude-behavior relations: A theoretical analysis and review of empirical research, *Psychological Bulletin, 84*, pp. 888-918.

AJZEN I, FISHBEIN M (1980), *Understanding attitudes and predicting social behavior*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

AJZEN I, MADDEN TJ (1986), Prediction of goal-directed behavior: Attitudes, intentions, and perceived behavioral control, *Journal of Experimental Social Psychology, 22*, pp. 453-474.

AMPT ES, RICHARDSON AJ, BRÖG W (Eds.) (1985), *New survey methods in transport*, Utrecht, The Netherlands: VNU Science Press.

BAGOZZI RP (1992), The self-regulation of attitudes, intentions and behavior, *Social Psychology Quarterly, 55*, pp. 178-204.

BENTLER PM, SPECKART G (1979), Models of attitude-behavior relations, *Psychological Review, 86*, pp. 452-464.

BENTLER PM, SPECKART G (1981), Attitudes «cause» behaviors: A structural equation analysis, *Journal of Personality and Social Psychology, 40*, pp. 226-238.

DAWES RM, SMITH TL (1985), Attitude and opinion measurement, In RP Abelson, A Levy (Eds.), *Handbook of social psychology*, Volume I, pp. 509-566, New York: Random House.

EAGLY AH, CHAIKEN S (1993), *The psychology of attitudes*, Forth Worth, FL: Harcourt Brace Jovanovich.

ETTEMA D, BORGERS A, TIMMERMANS H (1993), A simulation model of activity scheduling behavior, *Transportation Research Record.*

ETTEMA D, BORGERS A, TIMMERMANS H (1994), Using interactive computer experiments for identifying scheduling heuristics, *7th international conference on travel behavior*, Valle Nevado, Santiago, Chile.

FISHBEIN M, AJZEN I (1974), Attitudes towards objects as predictors of single and multiple behavior criteria, *Psychological Review, 81*, pp. 59-74.

FISHBEIN M, AJZEN I (1975), *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*, Reading, MA: Addison-Wesley.

FREDRICKS AJ, DOSSETT DL (1983), Attitude-Behavior relations: A comparison of the Fishbein-Ajzen and the Bentler-Speckart models, *Journal of Personality and Social Psychology, 45*, pp. 501-512.

GÄRLING T (1992a), Determinants of everyday time allocation, *Scandinavian Journal of Psychology, 33*, pp. 160-169.

GÄRLING T (1992b), The importance of routines for the performance of everyday activities, *Scandinavian Journal of Psychology, 33*, pp. 170-177.

GÄRLING T, GARVILL J (1993), Psychological explanations of participation in everyday activities, In T Gärling, RG Golledge (Eds.), *Behavior and environment: Psychological and geographical approaches*, pp. 270-297, Amsterdam: Elsevier/North-Holland.

GÄRLING T, ETTEMA D, GILLHOLM R, SELART M (1995), Towards a theory of the intention-behavior relationship with implications for the prediction of travel behavior, *7th world conference on transport research*, Sydney, Australia.

GÄRLING T, MARELL A (1992), *Bilhushålls strategier för att reducera bilresande* [Households' strategies for reducing automobile travel] (Technical

Report #2), Umeå: Transportation Research Unit, Umeå University, (In Swedish).

GOLLWITZER PM (1990), Action phases and mind-sets, In ET Higgins, RM Sorrentino (Eds.), *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior,* Volume 2, pp. 3-52, New York: Guilford Press.

GOLLWITZER PM (1993), Goal achievement: The role of intentions, *European Review of Social Psychology, 4,* pp. 141-185.

GOLLWITZER PM, KINNEY RF (1989), Effects of deliberative and implemental mind-sets on illusion of control, *Journal of Personality and Social Psychology, 56,* pp. 531-542.

GOLLWITZER PM, HECKHAUSEN H, STELLER B (1990), Deliberative and implemental mind-sets: Cognitive tuning toward congruous thoughts and information, *Journal of Personality and Social Psychology, 59,* pp. 1119-1127.

GOLOB TF, HOROWITZ AD, WACHS M (1979), Attitude-behavior relationships in travel demand modelling, In DA Hensher, PR Stopher (Eds.), *Behavioral travel demand modelling,* pp. 739-757, London: Croom Helm.

GOODWIN P, KITAMURA R, MEURS H (1990), Some principles of dynamic analysis of travel behaviour, In PM Jones (Ed.), *Developments of dynamic and activity-based approaches to travel analysis,* pp. 56-72, Aldershot, UK: Gower.

HAYES-ROTH B, HAYES-ROTH F (1979), A cognitive model of planning, *Cognitive Science, 3,* pp. 275-310.

HENSHER D (1994), Stated preference analysis of travel choices: The state of practice, *Transportation, 21,* pp. 107-133.

JONES PM (1979), HATS: A technique for investigating household decisions, *Environment and Planning A, 11,* pp. 59-70.

JONES PM, BRADLEY M, AMPT ES (1989), Forecasting household response to policy measures using computerised, activity-based stated preference techniques, In *Travel behavior research,* pp. 41-63, Aldershot, UK: Gower.

KOPPELMAN F, LYON PK (1981), Attitudinal analysis of work/school travel, *Transportation Science, 15,* pp. 233-254.

KRAUS SJ (1995), Attitudes and the prediction of behavior: A meta-analysis of the empirical literature, *Personality and Social Psychology Bulletin, 21,* pp. 58-75.

LEE-GOSSELIN MEH (1989), In-depth research on life style and household car use under future conditions in Canada, In *Travel behavior research,* pp. 102-118, Aldershot, UK: Gower.

LEE-GOSSELIN MEH (1990), The dynamics of car use patterns under different scenarios: A gaming approach, In PM Jones (Ed.), *Developments of dynamic and activity-based approaches to travel analysis,* pp. 250-271, Aldershot, UK: Gower.

LEE-GOSSELIN MEH (1996), Interactive stated-response techniques. *Transportation Research Bord Conference proceedings N° 10: Household travel surveys - new concepts and research needs,* Washington.

LEVIN IP, LOUVIERE JJ (1981), Psychological contributions to travel demand modeling, In I Altman, J Wohlwill (Eds.), *Human behavior and environment,* Volume 5, pp. 29-61, New York: Plenum Press.

LOUVIERE JJ (1988a), *Analyzing decision making: Metric conjoint analysis,* Newbury Park, CA: Sage.

LOUVIERE JJ (1988b), Conjoint analysis modelling of stated preferences, *Journal of Transport Economy and Policy, 22,* pp. 93-119.

NETEMEYER RG, BURTON S, JOHNSTON M (1991), A comparison of two models for the prediction of volitional and goal-directed behaviors: A conformatory analysis approach, *Social Psychology Quarterly, 54,* pp. 87-100.

PAS E (1990), Is travel demand analysis and modelling in the doldrums? In PM Jones (Ed.), *Developments of dynamic and activity-based approaches to travel analysis,* pp. 3-27, Aldershot, UK: Gower.

RONIS DL, YATES JF, KIRSCHT JP (1989), Attitudes, decisions, and habits as determinants of repeated behavior, In AR Pratkanis, SJ Breckler, AG Greenwald (Eds.), *Attitude structure and function,* pp. 213-239, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

RICHARDSON AJ, AMPT ES, MEYBURG AH (1995), *Survey methods for transport planning,* Melbourne, Australia: Eucalyptus Press.

SCHIFTER DE, AJZEN I (1985), Intention, perceived control, and weight loss: An application of the theory of planned behavior, *Journal of Personality and Social Psychology, 49,* pp. 843-851.

SHEPPARD BH, HARTWICK J, WARSHAW PR (1988), The theory of reasoned action: A meta-analysis of past research with recommendations for modifications and future research, *Journal of Consumer Research, 15,* pp. 325-343.

SUDMAN S, BRADBURN NM (1986), *Asking questions: A practical guide to questionnaire design,* San Francisco: Jossey-Bass.

TIMMERMANS HPJ, GOLLEDGE RG (1990), Applications of behavioral research on spatial problems II: Preference and choice, *Progress in Human Geography, 14,* pp. 311-354.

TRIANDIS HC (1977), *Interpersonal behavior,* Monterey, CA: Brooks/Cole.

VERPLANKEN B, AARTS H, VAN KNIPPENBERG A, VAN KNIPPENBERG C (1994), Attitude versus general habit: Antecedents of travel mode choice, *Journal of Applied Social Psychology, 24,* pp. 285-300.

WARSHAW PR, DAVIS FD (1985), Disentangling behavioral intention and behavioral expectation, *Journal of Experimental Social Psychology, 21,* pp. 213-228.

WICKER AW (1969), Attitudes versus actions: The relationship of verbal and overt behavioral responses to attitude objects, *Journal of Social Issues, 24,* pp. 41-77.

SYNTHESE DU CHAPITRE 4
LES METHODES INTERACTIVES DE REPONSES DECLAREES : UNE APPROCHE EXPERIMENTALE

Bruno Faivre d'Arcier
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon
Benoît Hiron, Sophie Masson
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

Si la finalité principale des enquêtes sur les déplacements est de produire une photographie des comportements réels des individus, la connaissance acquise permet également d'étayer diverses théories visant à en expliquer la genèse et la nature. L'ajustement de modèles de type économétrique autorise ainsi la réalisation de projections, tant pour apprécier l'évolution tendancielle des flux, que pour prévoir la demande future, en particulier lors de modifications significatives de l'offre de transport.

L'observation des «préférences révélées» des individus apporte une connaissance sur leur processus de choix, mais comme pour toute analyse des comportements passés, se pose le problème de leur reproduction dans le futur, ou de leur transposabilité dans des contextes différents. C'est en particulier le cas dès lors que l'on s'intéresse à des innovations, technologiques ou organisationnelles, introduites dans le système de transport.

1. «LES PREFERENCES DECLAREES»

Pour faire face à ces problèmes, se sont développées des techniques d'enquête s'inspirant de l'analyse contingente, c'est-à-dire visant à faire réagir des individus à des situations fictives, dans le cadre d'un marché hypothétique. Au cours des 20 dernières années, l'utilisation de ces techniques, dites de «préférences déclarées» s'est développée dans le domaine des comportements de déplacements pour tester de nouvelles technologies ou des politiques contrastées de transport. Leur champ d'application s'est progressivement élargi, allant jusqu'à une certaine institutionnalisation (Grande Bretagne, Pays Bas, pays scandinaves...).

Le principe de base est de confronter des individus à un marché fictif pour leur permettre d'exprimer leurs préférences entre diverses situations alternatives. Ces dernières sont caractérisées par une série de paramètres censés avoir une influence sur les comportements individuels. Le recours à un contexte hypothétique permet de contrôler le système analysé au travers d'un jeu d'hypothèses clairement établi (plan expérimental), conférant à la méthode son caractère opératoire. Mais elle s'appuie cependant sur une hypothèse forte, qui est l'identification préalable des composantes de la fonction d'utilité, censée représenter le mécanisme de choix comportemental dans le cas analysé. On suppose donc une certaine reproductibilité

des comportements, une stabilité des préférences, par rapport à des observations antérieures de comportements réels («préférences révélées»). Si la fonction d'utilité est a priori la même, les «préférences déclarées» vont permettre, au moyen de techniques statistiques, d'ajuster les paramètres de calage de ce modèle économétrique, voire même de conclure sur la non pertinence de certaines composantes.

Le recours aux méthodes de préférences déclarées est fréquent, surtout dans les pays anglo-saxons, à la fois comme un moyen de prévision de la demande sur une infrastructure nouvelle, et comme, et comme un outil efficace pour mieux connaître les «préférences» des usagers, afin d'améliorer la pertinence des techniques de modélisation de la demande.

Cependant, dans leur forme traditionnelle directive (enquête par questionnaire fermé auprès d'un vaste échantillon), cette technique connaît des limites quant à son utilisation, tenant à cette hypothèse de stabilité des composantes de la fonction d'utilité dans le temps. Face à des situations radicalement nouvelles, le comportement de l'individu risque d'être imprévisible, car de nouvelles variables peuvent intervenir. Il n'est donc pas toujours possible de procéder par simple analogie avec des changements passés, et de faire l'hypothèse que la structure de la fonction d'utilité individuelle n'est pas perturbée par l'introduction de situations non expérimentées.

2. UNE APPROCHE EXPERIMENTALE : LA SIMULATION INTERACTIVE

Pour tenter de prévoir les comportements futurs des individus, s'ils étaient confrontés à une offre de transport très différente de celle qu'ils connaissent actuellement, il est nécessaire de s'interroger avant tout sur les processus de choix individuels. Il s'agit donc, dans un premier temps, moins de quantifier les trafics futurs que d'apprécier quels facteurs peuvent être porteurs de rupture comportementale, afin de produire des hypothèses crédibles sur la transformation des fonctions d'utilité individuelle. Construire un dispositif d'enquête capable de produire une information utile à une telle problématique est un défi qui mobilise désormais de nombreux chercheurs. La communication de John Polak souligne ainsi la nécessité d'une démarche expérimentale. La construction d'un protocole assurant le contrôle des paramètres décrivant le nouvel environnement analysé est indispensable, afin de valider les «réponses déclarées» des individus. Mais si une telle expérimentation est possible en laboratoire, sur une question théorique bien cernée, il est autrement plus difficile de l'appliquer à des situations complexes, comme les conditions de transport et de déplacement des individus.

Le recours à la simulation interactive apparaît comme une solution possible, démarche naissante mais prometteuse. En articulant des situations fictives (les scénarios du jeu de simulation) et un entretien interactif, l'expérimentateur est en

mesure de contrôler le déroulement de l'enquête, tant par l'information qu'il distille, que par l'adaptation du scénario aux comportements de déplacement des enquêtés ou par la validation de leurs réponses.

Certes, la démarche reste heuristique et limitée à de petits échantillons, mais elle ne prétend pas se substituer aux enquêtes classiques de préférences déclarées. Elle est une réflexion en amont du recours à ces enquêtes, afin de mieux les orienter : la richesse des informations produites (voir chapitre suivant) montre l'intérêt d'explorer sans a priori les processus de choix des individus, pour être en mesure de reformuler les fonctions d'utilité individuelle lors d'une transformation structurelle de l'environnement de transport.

Parmi les diverses «méthodes de réponses déclarées», Martin Lee-Gosselin propose une taxinomie intéressante pour apprécier la portée et la pertinence de chaque technique. Il opère ainsi une classification sur la base de deux critères principaux : l'explicitation a priori des réponses comportementales possibles (connaissance préalable ou non de l'éventail des choix) et l'explicitation a priori des contraintes (ou facteurs susceptibles de modifier le comportement de choix) que l'on fait subir à l'enquêté. Cette segmentation oppose ainsi quatre familles, dont les trois dernières s'appuient sur des techniques d'entretien interactif de simulation :

1) la méthode des préférences déclarées : l'éventail des contraintes et des réponses est déterminé a priori. L'objectif est de caler le modèle économétrique ainsi préétabli.

2) la méthode des tolérances déclarées : les contraintes ne sont pas précisées, car le but de l'enquête est de conduire les enquêtés à expliciter par eux-mêmes les facteurs qui peuvent influencer leurs comportements. Ces méthodes sont utilisées par exemple dans le cadre de la mesure du consentement à payer, ou du «transfer pricing»...

3) la méthode des adaptations déclarées : dans un univers de contraintes relativement précises (l'exposé des contraintes est suffisamment détaillé), l'enquêté est incité à expliciter quel serait son comportement. Cette technique est particulièrement utilisée pour tester de nouvelles technologies (véhicules électriques), ou pour tester divers scénarios de modification des conditions de transport.

4) la méthode des prospectives déclarées : consiste à mettre en lumière les conditions de changement de comportement des individus. Dans ce cas, ni les réponses comportementales, ni les contraintes ne sont explicitées, car il s'agit d'identifier quels sont, pour chaque individu, les couples contraintes / réponses pertinents.

3. ROBUSTESSE ET VALIDATION DES METHODES INTERACTIVES

Les méthodes interactives de réponses déclarées permettent de produire de nouvelles hypothèses sur la base des comportements envisagés par les répondants au

cours des entretiens. Il convient cependant d'évaluer la propension des individus à agir en accord avec leurs déclarations (et à conserver ce comportement déclaré) ; c'est-à-dire savoir si ce que les répondants déclarent comme paramètres de choix est bien représentatif de ce que seront leurs réactions comportementales futures. Il faut alors se donner les moyens de tester la pertinence des déclarations : cela passe par la mise en place des conditions de création d'une expérimentation contrôlée. Celle-ci s'appuie sur :

- des comportements réels, recensés préalablement à l'entretien et servant à la conduite de la simulation ;
- une technique d'entretien interactive, qui suppose une formation spécifique des enquêteurs ;
- des jeux de simulation, comprenant divers scénarios, construits en fonction de la problématique de l'enquête.

La construction du protocole est donc délicate et doit s'inspirer d'autres techniques de jeux, comme en économie expérimentale par exemple, afin d'éviter les diverses sources de biais propres à ces techniques. Quant aux difficultés de validation des déclarations, elles résultent de différents éléments :

- l'identification des couples contrainte/comportement est parfois délicate,
- ces enquêtes posent le problème du passage de l'intention à la réalisation,
- et celui de la stabilité des déclarations dans le temps.

Sur ces questions, l'approche de Tommy Gärling met en exergue trois concepts distincts, permettant d'apprécier le degré d'implication progressive du répondant par rapport à son action future : *l'attitude*, qui est une déclaration passive, *l'intention*, et le *comportement projeté*. Il met en évidence le fait que plus l'intention du répondant est replacée dans son cadre (programme d'activités, autres contraintes...), plus les comportements seront conformes aux déclarations. Cela souligne l'importance de l'explicitation par le répondant des composantes de son univers de choix. Dans un certain nombre de cas, les comportements projetés ne sont pas réalisés. On peut avancer trois raisons à cela :

- la non prise en compte par le répondant de toutes les alternatives possibles ;
- l'intention faible, non prioritaire a posteriori par rapport à des possibilités alternatives ;
- l'oubli de l'intention.

Pour certains types de déplacements, la corrélation entre l'intention et la réalisation est faible. C'est particulièrement le cas pour les déplacements impulsifs et pour les déplacements habituels, tandis que l'on observe que cette corrélation est la plus forte pour les déplacements planifiés. Seules des approches psychologiques permettront de mieux comprendre le décalage entre l'intention et le comportement, approches dont les résultats pourront produire de nouvelles hypothèses de comportements à incorporer dans les modèles de prévision.

Si les méthodes interactives de réponses déclarées sont des approches encore en plein développement (le recours aux techniques assistées par ordinateur offre de nouvelles possibilités pour la simulation), elles présentent l'avantage de s'affranchir de schémas explicatifs préalables et d'ouvrir de nouvelles perspectives pour aborder les comportements futurs des individus. S'il reste cependant encore à confirmer les apports de ces approches exploratoires par des enquêtes quantitatives, construites sur la base des nouvelles hypothèses comportementales mises en évidence, le chapitre suivant vient illustrer l'intérêt de ces techniques en abordant la question complexe des univers de choix.

CHAPITRE 5

EXPLORATION DES UNIVERS DE CHOIX ET DES PROCESSUS DE DECISION

ASPECTS METHODOLOGIQUES DE LA CONSTRUCTION DU JEU DE SIMULATION DANS LES ENQUETES INTERACTIVES

COMPARAISON DE DEUX PARTIS METHODOLOGIQUES

Bruno Faivre d'Arcier
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon

1. INTRODUCTION

Les enquêtes portant sur les préférences individuelles dans le domaine des transports ont en général deux grands objectifs. Le premier est d'observer les attitudes des individus, c'est-à-dire leurs perceptions et leurs appréciations des conditions dans lesquelles ils effectuent leurs déplacements. La compréhension de ces attitudes passe par l'identification d'un certain nombre d'attributs (ou facteurs explicatifs) jouant sur les choix comportementaux. Le second objectif concerne la prévision des comportements futurs, au cas où les individus seraient confrontés à une évolution des caractéristiques physiques ou techniques des systèmes de transport, ou à l'application de mesures tarifaires ou réglementaires spécifiques. Pour identifier ces comportements futurs, M Lee-Gosselin (1995) opère une classification des différentes méthodes d'enquêtes, selon deux critères : les *contraintes* (décrivant un nouvel état du système de transport) auxquelles l'individu enquêté est confronté, et les *réponses comportementales* possibles (comment l'individu déclare s'adapter à ce nouvel état). Selon que ces deux types d'éléments soient ou non formulés explicitement, quatre familles peuvent être distinguées. On oppose ainsi la famille des «préférences déclarées» (où l'explicitation des contraintes et des réponses comportementales permet un traitement statistique à partir de questionnaires fermés) aux trois autres familles (où l'un au moins des deux éléments n'est pas explicité a priori) qui constituent les «Méthodes Interactives de Réponses Déclarées (IRD)». Parmi celles-ci, la méthode dite «d'Adaptations Déclarées» correspond à un dispositif d'enquête où les contraintes sont imposées, mais les réponses comportementales sont libres. *Ainsi le but de cette technique est d'identifier comment des attributs (et leurs niveaux) décrivant l'évolution des conditions environnantes vont ou non provoquer des changements de comportement, lesquels et pourquoi.*

Cependant, l'objectif de ce type d'enquête n'est pas de produire un résultat quantitatif sur l'importance des changements de comportements, mais plutôt de tenter de comprendre le processus de construction de ce changement en fonction de l'univers de choix des individus. C'est donc la *production de schémas explicatifs des comportements* qui est recherchée, plus que la mesure de l'importance de l'effet d'une modification de l'environnement des individus. Il importe de distinguer ici deux situations (cf. Figure 1). La première renvoie à *l'univers de choix de court*

terme, qui comprend l'ensemble des alternatives que peut envisager un individu pour réaliser un programme d'activités sous la double contrainte de ses ressources (en temps, en argent et en moyens de transport) et des caractéristiques des systèmes de transports. La gestion de son budget-temps lui permettra de définir le schéma possible en fonction des moyens de transports disponibles et de la localisation de ces activités. La seconde situation est celle de *l'univers de choix de moyen terme*, qui renvoie à des arbitrages plus structurels que le ménage est amené à faire selon le mode de vie qu'il désire. Ici, deux éléments plus ou moins maîtrisés apparaissent, celui des localisations principales (le domicile, mais aussi le travail), et celui de la motorisation du ménage.

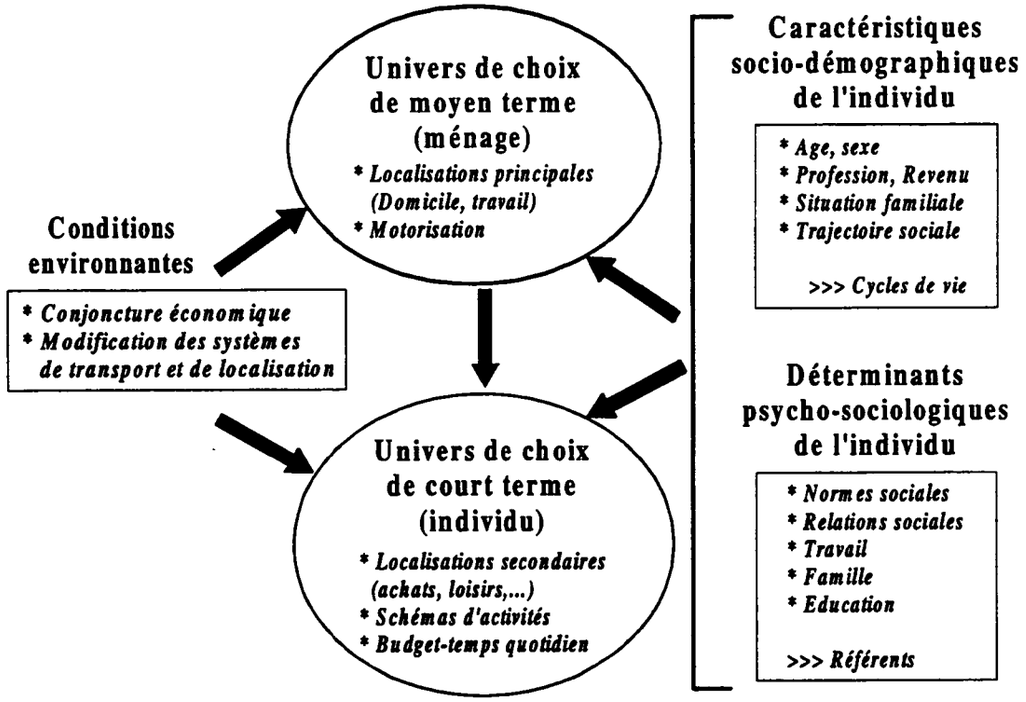


Figure 1 : Univers de choix de court ou de moyen terme

L'édification de ces univers de choix dépend ainsi de facteurs propres à chaque individu (variables socio-démographiques, déterminants psycho-sociologiques), et de facteurs exogènes représentant les conditions environnantes (conjoncture économique, système des localisations, systèmes de transport). L'interprétation des conséquences comportementales d'une variation quelconque des systèmes de transport nécessite de connaître les caractéristiques de ces univers de choix qui sont extrêmement variables d'un individu à l'autre.

L'objectif de cette communication est de montrer comment, dans une Enquête Interactive d'Adaptations Déclarées, le jeu de simulation doit être construit en fonction de la problématique de l'enquête envisagée. Nous illustrerons notre

propos en nous appuyant sur deux enquêtes récentes, l'une s'appuyant principalement sur l'univers de choix de court terme (réactions au péage urbain), l'autre sur celui de moyen terme (réactions face à la voiture électrique).

2. LES DIFFERENCES DE PROBLEMATIQUE DES ENQUETES

2.1. L'enquête Péage Urbain

La réduction de la congestion de la circulation en ville ou la recherche d'une mobilité «durable» (moins consommatrice d'énergie et plus respectueuse de l'environnement) passent, selon de nombreux experts, par l'instauration de mesures structurelles visant à limiter l'usage de l'automobile. Parmi les mesures possibles, le recours à la tarification comme *outil de régulation de la demande de déplacement en voiture* semble de plus en plus souvent envisagé pour un futur proche. Cette idée, a priori impopulaire, remet en cause un principe de gratuité d'usage des infrastructures viaires en milieu urbain : tout déplacement en voiture dans la zone centrale sera payant, du moins pendant les périodes de fonctionnement du péage.

Un tel dispositif est non seulement mal perçu, mais également inexpérimenté par les usagers, ce qui induit un double risque de biais dans l'appréciation de ses effets au travers des enquêtes visant à prévoir les réactions des citadins. De plus, le souci d'équité, qui doit caractériser toute politique publique, implique d'apporter une attention particulière aux conséquences néfastes qu'une telle mesure pourrait avoir sur certains segments de population ou d'acteurs économiques. Afin d'éviter une trop forte restriction de la mobilité des individus, le péage urbain, pour être acceptable, doit être accompagné de mesures compensatoires, comme par exemple un développement notable de l'offre en transport en commun.

C'est donc une véritable politique de transport globale qu'il s'agit de mettre en oeuvre, mais derrière cette proposition se cache un a priori certain, celui d'un transfert modal significatif de la voiture vers les transports collectifs. Aussi les objectifs de l'enquête IRD que nous avons réalisée (Raux, al., 1994) sont-ils multiples : évaluer l'impact de la tarification, identifier les changements comportementaux possibles selon la nature de la pression exercée (prix, période de fonctionnement), mais également apprécier les potentialités de report modal ou le risque de réduction de mobilité pour certains groupes d'individus. Le champ d'observation privilégié est celui de la mobilité quotidienne, et donc des schémas d'activités qui la sous-tendent, même si des conséquences de moyen terme sont prévisibles.

La question fondamentale à laquelle l'enquête doit répondre est : comment un signal prix est-il interprété en tant que contrainte sur les activités et déplacements des individus ? La population concernée est par conséquent celle des individus qui prennent régulièrement leurs voitures pour se rendre dans la ville-centre, où le péage a le plus de chances d'être appliqué.

2.2. L'enquête Voiture Electrique

Parmi les moyens de lutter en ville contre la pollution, atmosphérique, mais aussi sonore, le véhicule électrique (VE) apparaît comme une solution efficace, du moins pour les partisans de l'automobile. Cependant, le développement technologique de ce nouveau véhicule est difficile, et la contrepartie de cette «voiture propre» est particulièrement contraignante : son autonomie quotidienne est actuellement fortement limitée (actuellement de 50 à 80 km), et le temps de recharge des batteries est long (de 6 à 8 heures). Pour ces deux raisons (sauf si des évolutions technologiques majeures se produisent), on estime en général que le marché potentiel de la voiture particulière électrique sera de fait limité à court et moyen terme aux ménages multimotorisés résidant dans les zones urbaines.

	Péage Urbain	Voiture Electrique
Objectifs	- identifier les réponses comportementales à un principe de tarification des déplacements en voiture dans la ville-centre; - tester l'intérêt et l'efficacité d'une politique couplant péage urbain et développement des transports collectifs.	- identifier les raisons de la résistance des ménages à une réduction de l'autonomie des véhicules; - mieux connaître leurs attentes et hiérarchiser le poids des caractéristiques des VE (traction électrique, besoin d'autonomie, temps de recharge, prix, autres caractéristiques).
Domaine	- usage de l'automobile (mobilité quotidienne et choix modal).	- usage de l'automobile (décision d'achat d'un d'équipement durable).
Univers de choix principal	- court terme.	- moyen terme.

Tableau 1 : Présentation des deux enquêtes IRD

Cependant, alors que l'observation des conditions d'usage des voitures montre que la majorité des ménages multimotorisés ont un de leurs véhicules qui roule peu et dans des limites proches de l'autonomie offerte par les VE actuels, les intentions d'achat sont quasi nulles : la désutilité ressentie du fait de cette contrainte d'autonomie serait de l'ordre du coût d'achat de ce genre de voiture (Kurani, al., 1994). Cette contradiction nécessite un approfondissement des raisons de la résistance des ménages, afin de comprendre pourquoi une réduction de l'autonomie est jugée aussi pénalisante.

La technique d'enquête retenue ici est une adaptation, à la situation française, d'un jeu de simulation développé par l'Université de Californie (PIREG). La portée de l'enquête (Faivre d'Arcier, Nicolas, 1995) est différente de la précédente,

puisque l'on s'intéresse à une décision de motorisation, c'est-à-dire à l'achat d'un équipement durable. La compréhension du phénomène renvoie donc à l'univers de choix de moyen terme, même si l'exercice de la contrainte ne peut être apprécié qu'au vu de la mobilité quotidienne des individus.

La question de fond est alors : comment est perçue la contrainte d'autonomie par rapport à un mode de vie fortement structuré par la possession de véhicules individuels ? L'unité enquêtée n'est donc plus l'individu mais le ménage (du moins ses conducteurs), et l'analyse doit tenir compte des déterminants liés aux localisations principales (domicile et travail).

Cette rapide présentation des problématiques des deux enquêtes souligne clairement les différences des objets d'enquête, la première portant sur l'arbitrage prix-temps des individus, la seconde sur l'articulation distance-temps dans le mode de vie des ménages. Aussi la construction des jeux respectifs doit-elle être spécifique, tant dans le moteur de la simulation que dans l'observation des comportements.

3. LA CONSTRUCTION DU JEU DE SIMULATION

La réalisation d'une enquête IRD s'appuie sur un dispositif particulier. En effet, deux conditions essentielles président à la construction de techniques visant à révéler les préférences individuelles : d'une part la méthode doit être *fiable*, c'est-à-dire permettre l'expression contrôlée d'un changement de comportements, d'autre part, elle doit autoriser une *interprétation des résultats*, c'est-à-dire produire un schéma explicatif du changement de comportements. Le principe fondamental est d'amener l'individu enquêté à exprimer par lui même comment il envisage d'adapter son comportement face à une contrainte nouvelle exogène (les «conditions environnantes»). Le recours à la simulation est alors le moyen de jouer sur la nature et les niveaux de contraintes (les scénarios) pour mieux amener l'enquêté à «révéler» ses préférences. Pour expliquer ce mécanisme, la Figure 2 montre comment chaque scénario testé au cours de la simulation est censé agir sur les comportements déclarés.

Les changements comportementaux (*adaptations*) découlent de la confrontation entre les comportements actuels (*base de faits*) et des *contraintes* spécifiques à chaque scénario. Les choix opérés résultent alors de la modification des *règles de décision* par la dotation en *informations* nouvelles fournies par le scénario : face à un phénomène nouveau, l'individu est amené à repenser ses arbitrages et éventuellement à introduire de nouveaux paramètres. Selon l'importance de la pression ressentie par l'enquêté, sa «base de règles» initiale peut ainsi être perturbée et par conséquent révélée, tant dans les nouveaux choix envisagés que dans les commentaires apportés par l'enquêté pour justifier les décisions prises. Par ce biais, on peut alors apprécier les caractéristiques de l'univers de choix de l'individu.

Soulignons toutefois que ce schéma est très simplificateur, dans la mesure où de nombreuses rétroactions existent en réalité dans le processus complexe d'adaptation des individus aux différents scénarios. Il n'a ici pour but que d'illustrer le mécanisme de la simulation dans l'enquête interactive.

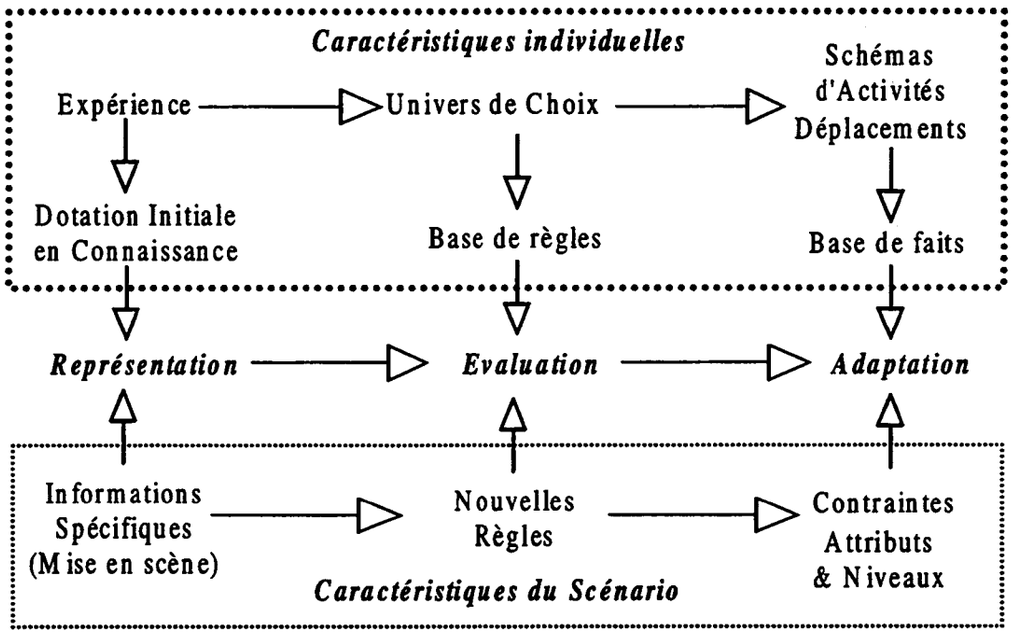


Figure 2 : Schématisation du mécanisme d'adaptation dans le jeu de simulation

Pour valider cette démarche, plusieurs conditions doivent être respectées. Il faut en effet :

1) Disposer d'un instrument de mesure des comportements actuels (base de faits) : cela implique de recueillir des informations sur les caractéristiques des déplacements des individus enquêtés sur une période pertinente par rapport à la problématique de l'enquête ;

2) Disposer d'informations sur les caractéristiques des individus enquêtés, afin de pouvoir interpréter les changements de comportement et les attitudes déclarées ;

3) Construire un jeu de simulation adapté, c'est-à-dire un ensemble de scénarios représentatifs des modifications de l'environnement que l'on veut analyser, de façon à faire réagir l'enquêté ;

4) Définir un indicateur servant au contrôle du déroulement du jeu : cela peut être la consommation d'essence (comme dans CUPIG ; Lee-Gosselin, 1990) ou la distance parcourue (comme dans PIREG ; Turrentine, al., 1992).

3.1. Le déroulement de l'entretien

Le jeu de simulation se pratique dans le cadre d'un entretien en face-à-face qui comprend également d'autres phases. La première consiste en un questionnaire sur les habitudes de déplacement. Ces renseignements permettent de compléter l'information générale nécessaire à l'interprétation des réponses au cours du jeu. Dans l'enquête péage urbain, des questions ont ainsi été posées sur les éventuelles difficultés de circulation et de stationnement, et les moyens d'y faire face, ainsi que, pour chaque déplacement de la base de faits, sur leur fréquence et les alternatives éventuelles en transports en commun pour les trajets effectués en voiture. Dans l'enquête voiture électrique, le questionnaire sur les habitudes concerne tous les membres du ménage, leur usage des transports collectifs, ainsi que les trajets occasionnels, comme en fin de semaine ou pendant les vacances.

Une seconde phase, préalable au déroulement du jeu proprement dit, consiste à vérifier la base de faits (déplacements et activités) servant à la simulation, ce qui permet d'une part aux enquêtés de se remettre en mémoire les conditions dans lesquelles ils ont effectué ces déplacements, d'autre part de les familiariser avec les supports utilisés pour le jeu, notamment un diagramme temporel qui décrit les activités et déplacements réels, et qui sert au contrôle et à la validation des actions proposées.

Ensuite peut commencer le jeu de simulation proprement dit, c'est-à-dire la présentation successive de différents scénarios : pour chacun d'eux, l'enquêté doit indiquer comment il serait amené à modifier son schéma d'activités en tenant compte des changements apportés à ses conditions de déplacement.

Dans le cas de la voiture électrique (et comme cela a aussi été pratiqué dans le jeu californien), l'accumulation d'informations au cours du jeu par les ménages sur les caractéristiques réelles du VE, a été l'occasion de compléter l'enquête par une série de questions sur leurs attentes en ce domaine, notamment l'autonomie et les temps de recharge souhaités : cela a été réalisé au moyen d'une *grille de préférences* croisant ces deux caractéristiques, grille sur laquelle chaque individu devait se positionner sur la base d'un surcoût à l'acquisition du VE pour en améliorer les performances. Une telle grille n'a pas été utilisée dans l'enquête péage urbain.

Enfin, une phase finale de l'entretien est à souligner. Il s'agit d'un «dé-briefing» en présence des enquêtés. Cela se passe sous forme d'une discussion libre, le jeu étant officiellement terminé, portant sur l'appréciation que les enquêtés ont sur les scénarios et leur réalisme, ainsi que sur ce type d'enquête par jeu de simulation. Cette phase ultime, malgré son caractère informel, est importante, car elle permet de mettre en lumière des éléments éventuels d'autocensure des enquêtés : étant désormais «hors jeu», il est fréquent qu'ils expriment à cette occasion des jugements de valeurs plus tranchés, des commentaires sur certains aspects appréciés ou mal perçus du jeu, voire des informations de nature à infirmer

ou confirmer les préférences qu'ils ont affichées pendant la partie. C'est donc une phase de validation qui ne doit pas être négligée, qui se révèle très riche pour l'enquêteur, et permet de minimiser les risques de biais stratégiques.

Soulignons enfin une différence importante entre les deux entretiens. Dans l'enquête péage urbain, un seul individu participe à l'exercice de simulation, alors que dans l'enquête péage urbain, l'ensemble des conducteurs des voitures du ménage y sont conviés.

3.2. La construction d'une «base de faits»

La base de faits nécessaire à la simulation doit permettre, lors des différentes phases du jeu, de confronter l'enquêté à ses comportements actuels. Deux points sont importants, le contenu de cette observation initiale, et la période d'observation.

Sur le plan du contenu, les comportements ne peuvent être appréhendés qu'au travers des schémas d'activités réalisés des enquêtés : l'organisation spatio-temporelle et les choix modaux réels révèlent en effet les arbitrages opérés selon les ressources de leurs univers de choix. Pour disposer d'une information complète, il serait nécessaire de connaître l'ensemble des activités pratiquées, leurs localisations et leurs durées, ainsi que la description des déplacements qui en résultent. De même, l'existence de contraintes interpersonnelles au sein du ménage implique de disposer d'informations sur l'ensemble de ses membres, surtout si les décisions au cours du jeu renvoient à un univers de choix de moyen terme.

La période d'observation résulte de deux phénomènes. Le premier est celui de l'interdépendance entre activités et déplacements, au plan temporel comme au plan spatial : se limiter à un seul déplacement interdit de prendre en compte ces contraintes qui jouent un rôle important dans la construction du schéma d'activités et dans le choix des moyens de transport. Ainsi, il est clair que la période minimale d'observation doit être la journée. Le second tient à la variabilité des comportements dans le temps : d'un jour à l'autre, la nature des activités et des contraintes peut être très diverse, et les arbitrages reposer sur des règles différentes.

Cependant, recueillir l'ensemble des informations précédentes est techniquement délicat, notamment sur une longue période. C'est pourquoi, en relation avec la problématique des enquêtes, deux solutions différentes ont été retenues. Dans le cas du péage urbain, c'est l'ensemble du schéma d'activité qui est obtenu par téléphone pour une journée précédant l'enquête, tandis que pour la voiture électrique, seuls les déplacements en voiture ont été recensés, mais sur une semaine. En effet, dans ce second cas, les variations d'usage des voitures (notamment en fin de semaine) sont importantes dans le temps, et il est également nécessaire de connaître avec précision les distances réellement parcourues, ce qui ne peut être fourni par téléphone. C'est pourquoi la base de faits a été constituée au moyen de carnets de bord pour chaque véhicule du ménage. Le choix du carnet de bord pose quelques problèmes de fiabilité, comme toute technique de recueil auto-

administré, alors que dans l'enquête péage urbain, le recueil par téléphone permet une relance par l'enquêteur, notamment en cas d'oublis des petits déplacements. D'où l'intérêt de la phase de vérification de la base de faits en début d'entretien, indispensable pour corriger d'éventuelles erreurs ou omissions.

	Péage Urbain	Voiture Electrique
Population enquêtée **Caractéristiques**	- 16 individus, utilisant de façon régulière leur voiture pour aller dans la ville-centre; - diversité des catégories socioprofessionnelles, âge, sexe et localisation résidentielle.	- 15 ménages multimotorisés disposant d'un lieu de stationnement au domicile; - diversité des localisations résidentielles.
Base de faits servant à la simulation	- ensemble des déplacements effectués sur une journée réelle par l'individu enquêté; - heure, motif, mode, destination, personnes accompagnant l'enquêté, type de stationnement; - alternatives TC éventuelles pour les déplacements en voiture; - habitudes de déplacements (régulier, occasionnels...).	- ensemble des déplacements réalisés sur une semaine réelle, par l'ensemble des voitures du ménage; - heure, conducteur, motif, distances, destination, type de stationnement, passagers; - caractéristiques véhicules, conducteurs habituels.
Mode de recueil des données initiales	- par téléphone (1 individu enquêté).	- par carnets de bord (toutes les voitures du ménage).

Tableau 2 : Présentation des recueils de données préalables aux entretiens

Il importe de souligner ici les différences d'informations obtenues par ces deux recueils de données. En effet, dans le cas du péage urbain, le recensement de l'ensemble du schéma d'activités d'un individu sur une journée permet de connaître l'organisation spatio-temporelle et modale avec précision, mais l'appréciation des contraintes interpersonnelles du ménage est limitée : seule l'indication de déplacements réalisés en compagnie d'autres personnes (appartenant ou non à la famille) permet d'aborder ce problème lors des entretiens, mais l'affirmation de certains changements comportementaux ne peut être validée, notamment lorsqu'il est suggéré que telle activité sera assurée par le conjoint (par exemple les accompagnements des enfants). La Figure 3 tente d'illustrer le degré de réduction de l'information disponible par ce type de recueil.

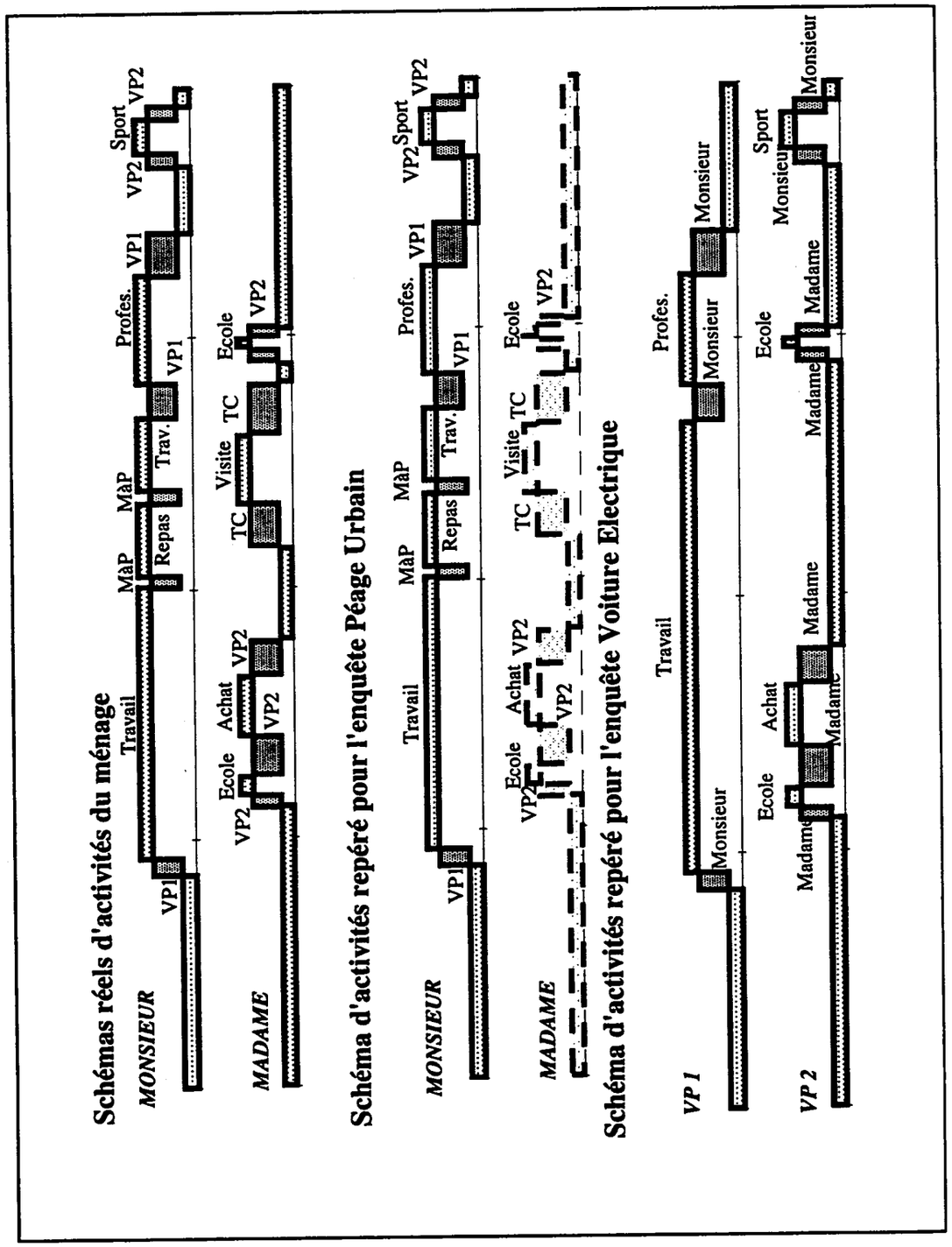


Figure 3 : Comparaison des bases de faits recueillies

3.3. La construction des scénarios et leur «mise en scène»

La construction du jeu et de ses différents scénarios doit respecter un certain nombre de conditions. Trois éléments semblent nécessaires à l'appréhension des multiples dimensions du problème posé à l'enquêté. En premier lieu, c'est la *représentation* que chaque individu va se faire de la situation simulée : en d'autres termes, comment interprète-t-il les informations décrivant chaque scénario simulé ? En second lieu, il s'agit de savoir *quelles informations lui sont réellement nécessaires* pour comprendre le scénario. Enfin, il faut pouvoir apprécier l'ampleur de la *marge de manoeuvre* dont il dispose pour s'adapter, c'est-à-dire évaluer son niveau de maîtrise sur l'organisation de ses activités et déplacements.

La question de la représentation conduit à séparer clairement deux éléments, la pertinence du scénario, et son acceptabilité. La *pertinence* renvoie à l'adhésion de l'individu à la description du système analysé, et donc au réalisme du scénario proposé : en quoi l'histoire (mise en scène) décrivant le scénario renvoie-t-elle à l'enquêté l'image d'une situation probable du système analysé ? Ce premier élément est fondamental pour la crédibilité du jeu de simulation. Aussi importe-t-il d'accorder un soin important à la construction de cette histoire, sous peine d'un jugement d'irréalisme qui provoquera un refus de jouer de la part de l'enquêté.

L'*acceptabilité* du scénario renvoie à un jugement de valeur de l'enquêté sur les modifications proposées des conditions environnantes : c'est alors la politique sous-jacente au scénario qui est en question, et il est nécessaire de bien faire sentir à l'enquêté la distinction entre son jugement de valeur sur cette politique et le fait de jouer la simulation proposée.

Il reste une dernière condition de base, celle de l'*efficacité du scénario du point de vue de la simulation*, c'est-à-dire sa capacité à provoquer des changements de comportement chez les enquêtés. Il s'agit là de construire des scénarios, non seulement en rapport avec la problématique générale de l'enquête, mais aussi offrant des modifications suffisamment importantes de l'environnement de l'enquêté pour qu'il se sente contraint d'envisager des actions d'adaptation. Cela passe par une combinaison d'attributs et de niveaux, mêlant au cours du jeu des phases de contraintes fortes (obligeant les enquêtés à faire des choix) et des phases de «décompression» (montrant qu'il y a des situations où les changements comportementaux sont plus supportables). Cette articulation facilite en outre l'apprentissage au cours du jeu, ainsi que la révélation des modifications des règles de choix en fonction du niveau de contrainte.

C'est pourquoi la «mise en scène» des scénarios testés est importante : la justification de leur introduction doit paraître plausible tout en restant relativement simple, afin d'éviter les écueils liés à une surabondance d'informations qui risquent de perturber l'enquêté. La décomposition en scénarios permet d'une part de focaliser chaque donne du jeu sur une série limitée d'attributs spécifiques (mesurer la sensibilité à chaque facteur), d'autre part d'opérer entre chaque scénario, une

pause nécessaire pour que l'enquêté intègre bien à chaque fois les modifications de l'environnement auquel il doit réagir. La construction de scénarios indépendants (même s'ils sont liés par la mise en scène d'ensemble) est nécessaire pour éviter les interférences entre les diverses donnes du jeu.

Dans le cas du péage urbain, la compréhension des changements comportementaux passe par la mesure de la valorisation respective du prix et du temps de chaque individu. C'est la raison pour laquelle le premier scénario se focalise sur le risque d'un accroissement de la congestion, en termes de temps de parcours et d'aléas sur ces temps (probabilité de l'embouteillage). Cela permet, d'une part de parler d'une situation connue, partiellement expérimentée par les individus, d'autre part de les familiariser avec le principe de la simulation. L'augmentation progressive de la contrainte met en lumière les éventuelles rigidités des schémas d'activités et des choix modaux actuels, afin d'évaluer les marges d'adaptation dont disposent les enquêtés. Un second scénario (alerte à la pollution) rend l'usage de la voiture impossible dans le centre, d'abord pour 2 jours, puis pour une période indéterminée. Cette dramatisation a deux objectifs : d'une part identifier les alternatives modales concevables par les individus, d'autre part de justifier les scénarios futurs de tarification, comme moyen d'éviter une crise majeure.

A ce stade, l'introduction d'un fort développement de l'offre en transport en commun est présentée comme une politique possible de réduction de la congestion, mais aussi comme le moyen, dans les futurs scénarios de tarification, de satisfaire aux objectifs d'équité sociale (acceptabilité). Mais cette modification des conditions de déplacement n'est pas un scénario en soi, les enquêtés ne devant pas décrire en détail la modification éventuelle de leurs comportements.

La mesure de la sensibilité au prix est introduite au cours des deux scénarios suivants, *présentés comme des alternatives*. Le premier est celui d'une généralisation du stationnement payant dans la zone centrale de l'agglomération, mesure déjà expérimentée car ancienne en ville. Le but de ce scénario est d'introduire dans le jeu le principe de tarification de l'usage de l'automobile à destination du centre. La contrainte est forte puisqu'elle taxe l'immobilité des véhicules, donc plus particulièrement la durée de stationnement au lieu de travail. Cette mesure est censée dissuader de nombreux automobilistes, ce qui permet de maintenir la circulation à son niveau actuel (temps de parcours en voiture identiques à ceux du schéma d'activités). On oppose ainsi un temps garanti en voiture, mais payant à un trajet éventuel avec les nouveaux transports en commun, au temps garanti mais plus long, et payant mais moins cher. Différents niveaux croissants de prix de l'heure de stationnement sont successivement présentés.

Enfin, le dernier scénario introduit le péage urbain de zone, système inexpérimenté, se distinguant du précédent que parce qu'il taxe le déplacement du véhicule. Par contre, les périodes de fonctionnement sont modulables, ce qui permet de diminuer le prix à payer dans un premier temps, quitte à le généraliser ensuite à

l'ensemble de la journée. Là encore, les niveaux de prix sont croissants, les temps en voiture sont garantis et l'alternative transports en commun toujours présente.

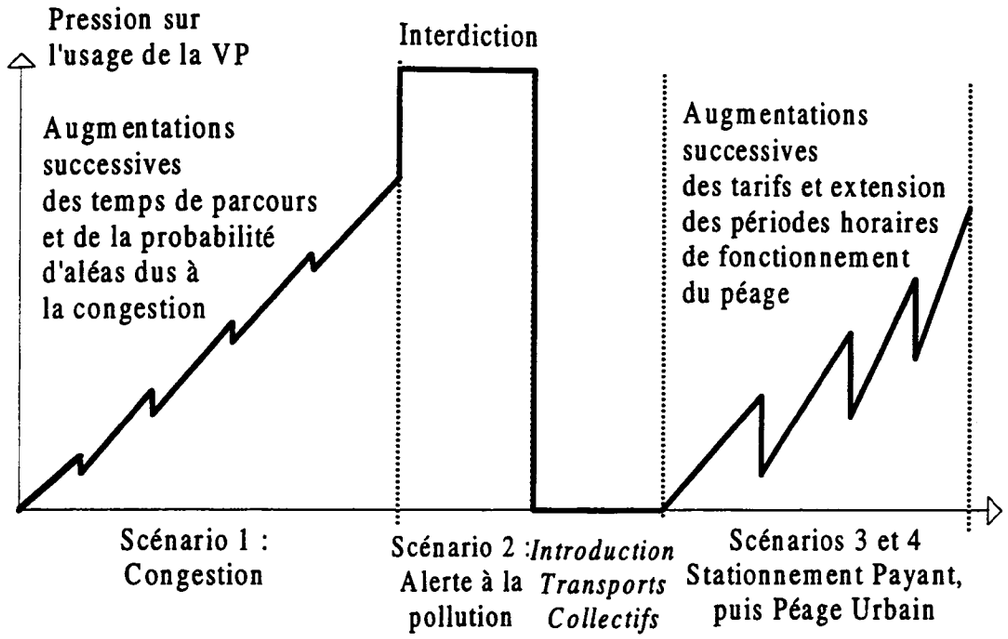


Figure 4 : Structure du jeu Péage Urbain

Comme le suggère la figure précédente, la mise en scène permet de relier des scénarios indépendants sur le plan des contraintes imposées à l'usage de la voiture. Au sein des scénarios introduisant les variables de temps de parcours ou de prix, une progressivité de la contrainte est mise en oeuvre, afin d'obliger l'individu à aller jusqu'à une rupture comportementale extra-ordinaire. On peut ainsi observer sa «résistance» au changement, qui dépend du type de contrainte imposée selon les scénarios :

- mesure de la sensibilité au temps au travers des effets d'une augmentation des durées de déplacement et de leurs aléas ;
- introduction de la tarification au travers d'un système déjà expérimenté (stationnement), et première mesure de la sensibilité aux prix ;
- introduction de la tarification justifiée par le risque de congestion, au travers d'une prise en compte des périodes horaires sensibles, avant de généraliser le système pour mesurer la sensibilité aux prix.

Dans le cas de l'enquête sur la voiture électrique, la problématique est différente puisque seule la contrainte d'autonomie est au coeur du processus de simulation. Comme il s'agit de plus d'une décision relative à l'achat d'un équipement durable, il est important de faire prendre conscience au ménage de la réalité de cette contrainte, y compris dans le temps. L'idée d'une limitation, pour

chaque journée, de l'usage quotidien des voitures (du fait du long temps de recharge des batteries effectuée la nuit) est totalement inexpérimentée par les individus, plus habitués à gérer un budget-temps qu'un budget-distance. C'est la raison pour laquelle il est apparu plus judicieux d'introduire séparément la contrainte d'autonomie et la question du véhicule électrique (réactions à une nouvelle technologie).

Le premier scénario a donc pour objectif de familiariser les enquêtés avec l'idée d'une consommation kilométrique potentiellement trop importante : la disponibilité permanente d'une voiture favorise des usages non indispensables et coûteux sur courtes distances. De plus, pour des raisons d'efficacité du jeu, cette «demande de réduction volontaire du kilométrage» est le moyen de sensibiliser et de faire participer l'ensemble des conducteurs du ménage enquêté, ce qui est ensuite favorable à la dynamique de jeu. L'introduction de la voiture électrique dans le second scénario, en substitution d'une des voitures du ménage, est alors plus facile, même si à ce stade une dramatisation est provoquée par un objectif d'autonomie très réduite. Le but est de forcer le ménage, sur quelques jours, à des modifications comportementales : aussi le niveau d'autonomie proposé est-il égal à 90 % de l'autonomie quotidienne moyenne du véhicule remplacé, soit en fait un niveau proche de celui des «voiturettes» électriques disponibles sur le marché. Cependant, la durée de cette forte contrainte a été limitée à la semaine enquêtée, pour deux raisons : la première parce que les autonomies envisagées par les constructeurs sont plus élevées, la seconde afin d'offrir des échappatoires de nature exceptionnelle aux ménages.

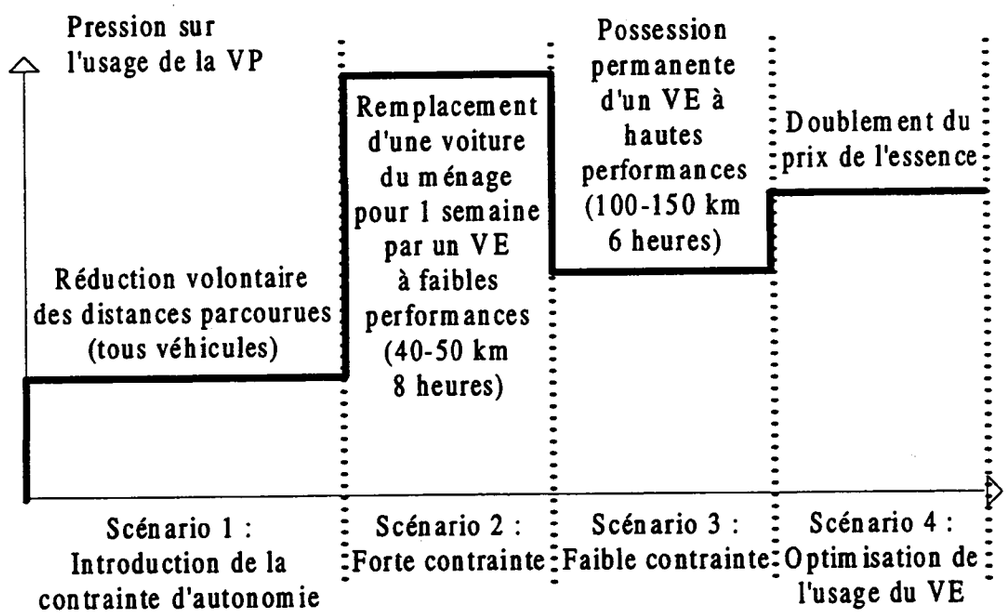


Figure 5 : Structure du jeu Voiture Electrique

Ce n'est qu'au stade du troisième scénario que la possession permanente d'un VE ayant une autonomie de l'ordre de 100 km est abordée. Afin d'éviter là encore le risque de blocage, la question du prix d'achat n'a pas été abordée : la «mise en scène» suggère que le ménage a gagné ce VE à une loterie commerciale, et la première discussion porte sur leur réaction à l'apparition d'un nouveau véhicule dans le parc familial (est-il gardé, à quelle voiture vient-il se substituer ?). A ce niveau, il apparaît que peu de ménages sont objectivement perturbés par la contrainte d'autonomie, au vu des kilométrages enregistrés dans les carnets de bord : en atténuant ainsi la contrainte, il est possible de mieux mettre en lumière les autres caractéristiques du VE (recharge, confort, coût d'usage...) et d'en apprécier l'importance pour le ménage.

La dernière donne du jeu introduit un scénario d'incitation à l'usage du VE. Partant de la protection de l'environnement, un doublement du prix des carburants est ajouté au scénario précédent. Le but est de voir comment le ménage «hybride» peut être amené à réorganiser plus profondément la gestion de son parc de voitures, en opérant des arbitrages entre le prix des déplacements et la contrainte d'autonomie.

Ainsi, dans cette seconde enquête, l'histoire est moins structurée, mais la variation de la pression sur l'usage des voitures se fait dans la succession des scénarios, qui sont indépendants dans leur mode de fonctionnement : à chaque étape, un nombre limité de facteurs sont introduits, ce qui permet de bien contrôler leur influence respective.

La comparaison des deux jeux met en évidence des structures assez différentes :

- dans le cas du péage urbain, la complexité des politiques envisagées (principe de tarification + développement des transports collectifs) oblige à fournir aux enquêtés un grand nombre d'informations pour chaque scénario (temps et prix respectifs des modes, zone à péage, desserte en transports collectifs). Cela rend plus difficile le contrôle par les enquêteurs du besoin de connaissance des individus à chaque étape du jeu. A l'inverse, dans le cas du véhicule électrique, la dotation en information se limite à l'autonomie et au temps de recharge, les autres paramètres (prix, caractéristiques du véhicule) étant mis de côté : la description des scénarios est plus simple et le besoin en information est plus facilement identifiable ;
- la construction des phases de contraintes et de décompression tient à l'alternance des scénarios dans le cas de la voiture électrique (contrainte fixe), alors qu'elle passe aussi par la variation des niveaux (temps et prix) au sein de chaque scénario dans le cas du péage urbain ;
- la question des contraintes interpersonnelles de chaque individu est également traitée plus directement dans le jeu voiture électrique, puisque tous les conducteurs sont présents, et que l'on dispose des digrammes d'usage de toutes les

	Péage Urbain	Voiture Electrique
Type de jeu	- quatre scénarios indépendants : 1) accroissement de l'intensité et du risque de congestion ; 2) alerte à la pollution entraînant une interdiction du trafic automobile ; *[introduction d'une nouvelle offre en transports collectifs]* 3) stationnement payant généralisé sur la zone central ; 4) péage urbain en heure de pointe puis en continu). - accroissement progressif au sein de chaque scénario, des contraintes en temps ou en prix jusqu'à rupture comportementale (adaptation extraordinaire).	- quatre scénarios indépendants : 1) réduction volontaire d'autonomie ; 2) VE de faible performance sur une semaine ; *[gain d'un VE de bonne performance]* 3) possession permanente de ce VE en substitution d'une voiture du ménage ; 4) optimisation de l'usage de ce VE par augmentation du prix des carburants. - lors des scénarios 2 et 3, introduction d'une contrainte fixe et personnalisée à chaque donne ; scénario joué jusqu'au respect de la contrainte d'autonomie imposée.
Mise en scène	- partant d'une situation au «fil de l'eau» se traduisant par une accentuation de la *congestion* (sensibilité au temps de parcours et aléas), une dramatisation est introduite par une *alerte à la pollution* (interdiction du trafic automobile). Afin d'éviter une telle dérive, la puissance publique envisage plusieurs politiques alternatives pour réduire le trafic automobile en ville. En premier lieu, le *développe-ment des transports collectifs*, puis en complément une tarification de l'usage de la voiture, d'abord par le *stationnement payant* (système expérimenté mais généralisé), puis par un *péage de zone* (en heure de pointe, puis généralisé). - chaque scénario est indépendant du précédent, mais comprend une progression de la contrainte en temps ou en prix.	- partant de l'usage parfois important de l'automobile en ville, l'accent est mis sur une possible *réduction volontaire des distances parcourues* (introduction de l'autonomie quotidienne). Un des véhicules est alors mis en panne pour la semaine et remplacé par un *VE d'une autonomie limitée* (introduction d'une nouvelle technologie, contrainte forte). Puis, le ménage est censé *gagner un VE de meilleures caractéristiques* (simulation de la possession, sans l'obstacle du prix d'achat). Enfin, une incitation forte à l'usage du VE (*doublement du prix de l'essence*) vise à évaluer les possibilités d'une optimisation de l'usage du parc du ménage. - chaque scénario est indépendant du précédent, mais leur enchaînement vise à simuler progressivement la possession d'un VE.
Informations fournies	- information sur les périodes, la zone, les tarifs, la dépense journalière, les temps de parcours et l'alternative TC.	- information limitée aux caractéristiques spécifiques du VE (autonomie, temps de recharge).
Mesure	- durée des déplacements et aléas. - rapport prix et temps dans la réorganisation des activités.	- budget-distance quotidien. - répartition des véhicules au sein du ménage dans la réorganisation des activités.

Tableau 3 : Comparaison des deux jeux de simulation

voitures. Le contrôle est ainsi immédiat, et souvent même auto-réalisé au sein du ménage : nous avons pu constater que la richesse du débat familial est d'autant plus grande que les «grands enfants» sont présents et n'hésitent pas à contester certains choix d'organisation proposés par leurs parents... Des adaptations comme l'annulation ou le report d'activités ou déplacements peuvent être ainsi rapidement validées. Dans le cas du péage, l'existence de telles contraintes n'apparaît qu'au travers de la nature des activités pratiquées : ainsi, l'existence d'un accompagnement ou d'une activité pratiquée à plusieurs permettent un contrôle des réponses, mais cela fait partie du rôle de l'enquêteur, qui peut moins facilement valider le choix déclaré par l'enquêté (en l'absence d'informations précises sur les schémas d'activités des autres membres du ménage).

4. AVANTAGES ET LIMITES DES ENQUETES INTERACTIVES

La pratique de deux enquêtes proches sur le plan méthodologique, mais éloignées quant à leur problématique de départ, permet de tirer quelques enseignements plus généraux sur les avantages de cette technique de simulation, ainsi que sur quelques problèmes qui méritent un approfondissement.

4.1. Validation des réponses et biais potentiels

Comme le montre la construction de la simulation, une dynamique de jeu est indispensable pour comprendre ce qui motive les changements comportementaux des enquêtés. L'aspect ludique de cette technique (qui est reconnu et apprécié des enquêtés) est une stimulation importante qui garantit leur implication dans l'enquête. Dans l'enquête péage urbain, la validation des réponses comportementales découle de la cohérence du schéma d'activités des individus, que l'enquêteur peut contrôler à chaque action proposée. Dans l'enquête voiture électrique, cela s'opère souvent directement dans la discussion entre les conducteurs sur la répartition des voitures au sein du ménage, en fonction de leur disponibilité.

Le recours à un entretien interactif permet en outre d'éviter le problème des non réponses en personnalisant à chaque fois la pression des contraintes selon les schémas d'activité. Ainsi, dans l'enquête péage urbain, les périodes de fonctionnement de ce dispositif (de même que les période de congestion) ont été modulées pour mieux apprécier les marges de décalage dans le temps des déplacements. Dans l'enquête voiture électrique, les niveaux d'autonomie et le choix de la voiture remplacée par le VE ont été faits en fonction des distances parcourues chaque jour. Cette personnalisation n'est pas un handicap pour l'interprétation des résultats, dans la mesure où l'enquête ne vise pas à quantifier les réponses comportementales, mais plutôt à en expliquer les raisons. Cela met en lumière au contraire la diversité des situations des enquêtés et donc l'ampleur du champ des adaptations potentielles en fonction de leurs spécificités.

L'interactivité permet également de partir d'une dotation en connaissance limitée pour chaque scénario : l'information décrivant les scénarios est limitée à

l'essentiel. Le premier intérêt est d'*éviter de biaiser le jugement des enquêtés par des informations inutiles* ou risquant de faire dévier la réaction de l'usager sur des questions annexes. Ce fut par exemple le cas pour la voiture électrique, où une description trop détaillée du véhicule lui-même risquait d'éloigner l'enquêté de la question du besoin d'autonomie, en focalisant son attention sur des problèmes comme le design du VE. A l'inverse, les nombreuses demandes d'informations (sur l'accélération, la conduite sur autoroute, le dépassement de poids lourd, le rayon de braquage) sont riches d'enseignement tant sur la perception de ce nouveau type de véhicule que sur les attentes du ménage en termes d'équipement automobile. Pour l'enquête sur le péage, il était également important d'éviter une focalisation sur les techniques de contrôle (barrière du type autoroute ou péage électronique, faisabilité d'un péage de zone) pour mieux faire passer le seul principe de tarification. Par ailleurs, la simulation s'appuyant sur l'enchaînement de plusieurs scénarios, une description détaillée de tous les paramètres présenterait un risque de confusion (ou d'interférence entre les scénarios) pour l'enquêté au cours du jeu : la mémorisation d'un grand nombre d'informations est difficile et l'enquêteur ne peut non plus identifier clairement quelles informations jouent le plus dans le choix de l'enquêté. Enfin, et ce n'est pas le moindre intérêt de l'interactivité, une faible dotation initiale en connaissance est le moyen d'*inciter l'enquêté à révéler lui-même quelles informations lui sont nécessaires*. On dispose ainsi de renseignements importants sur les facteurs que l'enquêté juge important pour construire ses adaptations comportementales.

Cependant, comme dans toute enquête portant sur les préférences déclarées, de nombreux biais sont possibles (Soguel, 1994 ; Pearce, Markandya, 1994). Dans le cas des enquêtes interactives, le contrôle du processus expérimental, la validation sur une base de faits réels, la personnalisation et l'interactivité permettent d'en réduire fortement la portée. Néanmoins, au vu de l'expérience acquise à l'occasion de ces deux enquêtes, nous avons identifié trois risques de biais propres à cette technique de jeu, qui nécessitent quelques précautions dans la conduite des entretiens.

- Le *traumatisme* est un phénomène qui apparaît lorsque l'on met l'enquêté dans une situation qu'il juge totalement incompatible avec ses attentes. A titre d'exemple, citons le blocage d'une commerçante face au scénario de péage urbain, ou les réactions très vives de plusieurs enquêtés à l'idée d'une tarification du stationnement sur le lieu de travail. De même, pour la voiture électrique, une personne a réagi très violemment à l'idée d'une restriction forte de l'autonomie, la jugeant comme «un retour cinquante ans en arrière». Ces attitudes peuvent avoir pour conséquence de biaiser fortement le jeu et la nature des adaptations proposées. Pour éviter ce «refus de jouer», il importe de ne pas introduire de situations trop contraignantes en début de jeu : une progressivité des contraintes passe mieux et évite l'apparition de positions «défensives». C'est également sur ce plan que la

«mise en scène» des scénarios est nécessaire, pour expliquer les raisons et justifier la nature de chaque scénario.

- L'*effet-mémoire* apparaît lorsque l'individu enquêté a tendance à reprendre des actions proposées lors d'un scénario précédent. En d'autres termes, il peut arriver qu'il ne cherche pas à intégrer l'ensemble des caractéristiques du nouveau scénario et se contente de réaffirmer ses choix antérieurs. Cela se manifeste par des réactions comme : «rappelez-moi ce que j'avais fait au scénario précédent...» ou bien «là, je fais comme tout à l'heure...». L'interprétation de ce phénomène est délicate : cela peut être l'expression d'une lassitude par rapport au jeu, ou de l'aversion de l'enquêté au changement. Mais cela peut aussi traduire l'existence d'une stratégie unique d'adaptation, qui révèle des contraintes fortes sur l'univers de choix de l'individu. Ce biais peut être minimisé par le contrôle de l'enquêteur, qui doit s'assurer que les actions proposées sont bien en relation avec le scénario proposé, et qu'elles peuvent être validées par rapport aux déplacements et schémas d'activités de l'individu.

- La *systématisation* consiste pour l'enquêté à ne proposer que des stratégies globalisantes, capables de régler d'un coup tous les problèmes posées par les contraintes du scénario en cours. Il importe là encore dans le dialogue avec l'enquêté de vérifier la pertinence et le réalisme de la stratégie en question, car cela peut traduire une forme d'anti-jeu : la suppression systématique de certaines activités, ou un transfert permanent sur les transports collectifs (de la part d'usagers réguliers de la voiture) apparaissent suspects. Une façon de valider ces choix consiste à demander à l'enquêté comment il pourrait s'adapter si de telles solutions globales étaient interdites dans le jeu.

4.2. Une grande souplesse d'utilisation

Le recours à la simulation, la personnalisation du jeu et l'interactivité dans le déroulement des entretiens confèrent à cette technique d'enquête une grande souplesse d'utilisation. Quatre points particuliers méritent d'être mis en avant :

- le premier est relatif à la possibilité de *tester des situations complexes*, qui sont difficilement appréhendables par des questionnaires. L'interactivité est notamment le moyen de faciliter une expression plus libre, qui révèle mieux les besoins d'informations des enquêtés pour construire leurs adaptations. La personnalisation minimise les risques de non-réponses dont l'interprétation est toujours délicate ;

- le second est la capacité de la méthode à *mettre en lumière l'univers de choix des individus*, tant au travers des commentaires exprimés sur la contrainte imposée par chaque scénario, que par l'observation des conditions dans lesquelles s'opère la tâche de réorganisation de leurs activités, ou par la diversité des solutions envisagées, qu'elles soient mises en oeuvre ou rejetées au cours du jeu ;

- le troisième point tient à la possibilité de *bien séparer ce qui relève des attitudes* (opinions ou jugements portés sur le scénario) *de ce qui relève des*

comportements. On voit ainsi mieux comment un individu peut porter un jugement de valeur très négatif sur un scénario et en même temps s'y adapter sans trop de difficultés. De même, l'affirmation a priori de certaines contraintes sur les schémas d'activités ne résiste pas à l'épreuve des faits : qu'il s'agisse du besoin d'autonomie quotidien ou des rigidités d'horaires, nous avons pu observer à quel point l'individu peut remettre en cause, dans le libre jeu de ses réponses, d'apparents noyaux durs censés structurer fortement leurs schémas d'activités ;

- le dernier point tient à l'intérêt du *processus d'apprentissage* au cours du jeu : la succession de scénarios introduisant des modifications des conditions de déplacement améliore progressivement la compréhension, par l'enquêté, des conséquences concrètes de chaque scénario pour lui. Il en retire une meilleure appréhension de l'environnement testé, en relation avec son schéma d'activités. La répétition de l'exercice de réorganisation des déplacements de la période analysée conduit l'enquêté à mieux maîtriser les paramètres de son choix. Il est fréquent de constater un affinement dans la construction des adaptations : la mémorisation des actions retenues pour les scénarios précédents l'incite aussi à aller plus directement à l'essentiel et à proposer des actions plus réalistes, voire à substituer parfois à l'enquêteur dans le propre contrôle de ses actions. Du fait d'une maîtrise de plus en plus grande des données du problème, les réponses déclarées apparaissent plus fiables, à condition que l'entretien ne se prolonge pas trop longtemps.

4.3. Quelques problèmes méthodologiques à approfondir

Parmi les difficultés méthodologiques qui interrogent sur la pertinence de l'interprétation de certains résultats, plusieurs questions viennent à l'esprit et méritent d'être approfondies :

- *comment interpréter la résistance au changement* ? Face à une modification de son environnement, l'individu enquêté a naturellement tendance à tenter de maintenir, autant que faire se peut, son schéma d'activités existant. Ce phénomène n'est-il pas en partie favorisé par cette technique de jeu ? En effet, la présentation d'une base de faits (le schéma d'activités et ses déplacements) constitue une référence forte qui peut induire une attitude du type : «le but du jeu est de tenter de maintenir ce schéma le plus longtemps possible». Dans l'enquête péage, le fait de faire varier la contrainte jusqu'à la rupture comportementale minimise ce phénomène et permet de connaître la marge de manoeuvre des individus et les alternatives disponibles lorsque la pression est trop forte. Mais dans le cas de la voiture électrique, le recours à une contrainte constante tout au long du scénario ne permet pas aussi facilement le repérage des seuils de rupture, et cela d'autant plus que l'on traite de l'univers de choix de moyen terme. Dès lors, que penser d'un jeu qui demanderait a priori à l'individu enquêté de concevoir un autre mode d'organisation globale de ses activités ? Il est en effet clairement apparu dans cette enquête que la voiture électrique est porteuse d'un autre rapport à l'automobile et

peut donc générer des changements plus fondamentaux que la simple réorganisation des journées sur la base du budget-distance.

- *comment apprécier la portée temporelle des réponses comportementales déclarées* ? Il s'agit là d'un problème qui n'est pas spécifique à cette technique, mais la question est de savoir si elle peut permettre d'apporter des éléments de réponse. Le phénomène d'apprentissage, l'expérience acquise au cours du jeu nous font penser qu'il pourrait être possible d'envisager des scénarios simulant le poids des contraintes au cours du temps, de façon à mieux apprécier le degré de contrainte qui entraînera le basculement ou la rupture comportementale extra-ordinaire à terme. Notons à ce propos, le souci permanent des enquêtés à parler «d'essais» dans leur changement de comportements : les réponses comportementales sont souvent conditionnelles, car seul le vécu quotidien leur permettra d'apprécier le poids cumulatif des contraintes propres à chaque scénario. Cela tient en fait à la difficulté que les enquêtés ont pour imaginer quelles seraient les conséquences structurelles sur leur mode de vie. De même il importe, dans les jeux, de bien faire apparaître la distinction entre les réponses déclarées en relation avec la base de faits (donc la période étudiée) et celles qui relèvent d'un comportement plus général et permanent. Ce contrôle doit être clairement effectué au cours de chaque scénario.

- le dernier point n'est pas le moindre. La structure du jeu conduit à demander à l'enquêté de *reconstruire a posteriori leur journée* : de ce fait, l'information fournie lors du jeu est plus importante que celle dont ils disposaient lorsqu'ils ont réalisé chacun de leur déplacement. Ainsi par exemple, simuler la congestion n'aura pas les mêmes résultats si l'individu la découvre pendant son déplacement, ou s'il sait avant de partir qu'elle existe. De même, dans le cas de la voiture électrique, la connaissance des distances parcourues pour chaque déplacement est apparue très mauvaise, alors qu'au cours du jeu, elle est disponible. Il est clair que pour un certain nombre d'individus, la décision de faire ou ne pas faire un déplacement peut être prise en instantané et en fonction des contraintes perçues sur le coup. La reconstruction sur la base du diagramme des déplacements peut donc être potentiellement un artefact, éloigné des conditions de choix en temps réel. C'est pourquoi il importe, lorsque cela est possible de demander pour chaque déplacement s'il est exceptionnel ou fréquent, s'il était planifié ou non. Cela permet de comprendre les marges de manoeuvre et d'éviter des interprétations abusives de certaines réponses comportementales. Mais plus globalement, cette rationalisation peut aussi être jugée interprétée comme l'expression de comportements stabilisés dans le temps : la dotation en connaissance résultant de l'apprentissage et de la reconstruction a posteriori pourrait ainsi être assimilable à celle qui serait acquise par l'expérience.

Au vu de ces deux enquêtes, et malgré la faiblesse des échantillons, la démarche interactive par jeu de simulation apparaît comme une technique particulièrement intéressante sur de nombreux plans. Il n'en reste pas moins que sa mise en oeuvre et lourde et coûteuse : outre la conduite des entretiens, qui nécessitent des enquêteurs formés pour diriger un jeu qui dure parfois deux heures,

le traitement des informations et leur analyse constituent une tâche longue et difficile. C'est pourquoi une telle enquête personnalisée ne peut être envisagée sur de grands échantillons, et doit être cantonnée dans un rôle d'approche exploratoire. Mais la richesse des informations obtenues justifie l'effort entrepris, car elle peut permettre d'offrir un éclairage indispensable avant la mise en oeuvre de techniques plus quantitatives. Au delà des enseignements tirés directement de la pratique de ces enquêtes, il importe de souligner également les potentialités d'usage de cette technique dans le domaine des transports. Il semble en effet, sous réserve de construire à chaque fois un jeu adapté, que toutes les problématiques s'intéressant aux conditions de choix des usagers pourraient être abordés par jeu de simulation. La principale difficulté réside cependant dans la constitution d'une base de faits pertinente, car c'est la condition essentielle de la validation des réponses comportementales. Ainsi, il pourrait être envisagé de traiter des questions aussi diverses que l'influence de la qualité de service sur le choix modal, l'arbitrage entre plusieurs itinéraires concurrents, ou la perception de l'environnement, thèmes sur lesquels des réflexions préliminaires sont en cours.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier Martin Lee-Gosselin (Université Laval, Québec, Canada), Odile Andan et Charles Raux (Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon, France) pour leur soutien et leurs remarques constructives dans la rédaction de cette communication.

BIBLIOGRAPHIE

FAIVRE D'ARCIER B, NICOLAS JP (1995), Attitudes et comportements des ménages face à la voiture électrique - premiers résultats d'une enquête interactive de préférences déclarées, version provisoire, INRETS, Lyon, 106 p.

KURANI K, TURRENTINE T, SPERLING D (1994), Demand for electric vehicles in hybrid households: an exploratory analysis, *Transportation Policy* 1:4, pp. 244-256.

LEE-GOSSELIN M (1990), The dynamics of car use patterns under different scenarios: a gaming approach, in Jones P (Ed.), *Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis*, Oxford Studies in Transport, Gower Press, Aldershot, UK, pp. 251-271.

LEE-GOSSELIN M (1995), The Scope and Potential of Interactive Stated Response Data Collection Methods, *The Transportation Research Board Proceedings* (forthcoming)

PEARCE DW, MARKANDYA A (1994), L'évaluation monétaire des avantages des politiques de l'environnement, OCDE, Paris, 91 p.

RAUX C, ANDAN O, FAIVRE D'ARCIER B, GODINOT C (1994), Enquête exploratoire sur les réactions au péage urbain - méthode, réactions, faisabilité, version provisoire, LET, INRETS, Lyon, 172 p.

SOGUEL N (1994), *Evaluation monétaire des atteintes à l'environnement : une étude hédoniste et contingente sur l'impact des transports*, Imp. L'Evole SA Neuchâtel, 181 p.

TURRENTINE T, LEE-GOSSELIN M, KURANI K, SPERLING D (1992), A study of adaptative and optimizing behavior for electric vehicles based on interactive simulation games and revealed behavior of electric vehicle owners, paper at the *6th WCTR*, Lyon, 13 p.

MULTI-PHASE SIMULATION GAME METHODS: A MULTI-STAGED STATED RESPONSE SURVEY OF THE MARKET FOR ELECTRIC VEHICLES IN CALIFORNIA

Thomas Turrentine
Université Laval, Québec, University of California, Davis
Kenneth S Kurani
University of California, Davis

1. INTRODUCTION: EXPLORING ALTERNATIVE FUTURES WITH CONSUMERS

Increasingly, transportation researchers are probing consumer responses to alternative futures, looking for technical and policy solutions to transportation problems that will be successful with citizen-consumers. The more radical the solution or the further into the future, the more researchers must leave behind the solid ground of revealed consumer behavior and rely on observing participant's response to experimental situations in order to understand what sort of futures are probable or even possible. We have come to believe that these experimental situations must elicit an engaged decision process of participants, what we call reflexivity, which focuses on their lifestyle goals.

For the past several years, we have been exploring with consumers how they might use, and whether they would purchase, electric vehicles. The main issue with electric vehicles is whether drivers accustomed to gasoline vehicles with 300 miles of driving range per tank and quick, ubiquitous away-from-home refueling, would accept or find attractive, a vehicle with 100 miles or less driving range but which recharged at their home overnight. Research results are divided on this issue. It is a difficult research problem because consumers have no experience with such vehicles. Previous researchers had not thoroughly probed and tested the issue with consumers; there are few guideposts to direct the conduct of research on such radically different vehicles. It is fair to say we as much learned, as developed, the research designs we describe here.

At each step of our research there were critical lessons which shaped the next phase. The first lesson came in 1991. We were conducting focus groups with 75 persons who had participated in a drive test of electric, natural gas and methanol fueled vehicles. In those focus groups, we asked participants how much range they needed for their car. Most of these participants suggested they would want the same amount of range as they had for their current gasoline vehicle. We then went on to ask them about their current travel needs. After that exercise, most participants altered their previous estimates, in most cases lowering the range they needed. We continued to discuss range issues in the focus group, and participants continued to

alter their estimates. This suggested that there would be some sort of learning process for range that we needed to explore.

The second lesson came in 1993. We were using a new gaming method to explore with 51 California households how electric vehicles would affect their car use patterns and what sort of ranges worked for different households. Each household had kept travel diaries for each vehicle and were participating in a two hour gaming interview which made use of the diary data to explore electric vehicle use. During many interviews, participants commented that keeping a diary of travel and the interview had made them think about their lifestyles, travel needs, and car use. Many talked about potential options to change their lifestyles: some wanted to change the way they did their travel; a few wanted to ride bikes, many wished to drive less, some said they wished to live closer to work.

This was an exciting and appalling moment. It demonstrated that our participants were thinking in some detail about their options, and relaying to us important information about how they viewed their options and what was important about each option. On the other hand, their reflections were created in part by the research tasks we had given them. While we did not want to influence the survey to create a «feel good» answer, we did want participants to think about the issues. We knew from the focus groups and other studies that electric vehicles quite naturally engendered this sort of discussion, It appeared that the diaries and interviews had accelerated the process.

The information we were receiving was not simply recorded in the diaries and interview, but was shaped by those instruments. We had changed things. We were not practicing classically objective, scientific experiments. We had to step out from-behind the obscuring veil between researcher and subject and confront a central problem in social science, that measuring a response may change it. Recognizing our role in initiating new decision processes, we had a responsibility to design research that allowed these processes to unfold, without pre-determining the outcomes of those processes.

Even given the large and initially unintended consequences of diaries, timelines and other tools, the option of not using them, of not providing such stimuli was worse. Measuring consumer responses without appropriate stimuli would not cast light on the future. We observed that consumer attitudes toward EVs were quite volatile and subject to the daily barrage of news reports. Consumers had no existing «preferences» for range, home recharging or *green* cars to measure. Without well formed consumer preferences, price sensitivity studies, or any other study built upon preference structures, was premature.

Rather than minimize stimuli levels and researcher interaction with subjects, we decided to embrace them and learn what we could through «quasi- experiments». When we moved from the detailed, qualitative gaming-interview phase of research to a larger mail survey of the potential market for electric vehicles in California, we

decided to include diaries and other tasks, to stimulate participants thinking and create dialogue between family members about how they do their travel and whether the new technology would fit into their lifestyle goals. We wanted to intensify the survey process. We called this aspect of the survey «reflexive design».

Reflexivity simply refers to situations in which participant households are drawn deeply into the consideration of a choice and its impacts on their lifestyle goals and planning. While some travel decisions are routine, such as getting to work each day, and a few quite spontaneous, such as a Saturday trip to the beach, the decisions which are of most interest to transport researchers are strategic lifestyle decisions, such as reducing car ownership because one household member has switched from train to car to go to work, purchasing a small electric vehicle to use for local driving tasks, or deciding to move closer to, or further from, work. Such types of decisions which may have the greatest potential to affect, positively or negatively, air quality, energy use, and management of transport infrastructure.

Such strategic lifestyle choices involve longer, more complex and engaged decision process, especially when new technologies are to be purchased or tried for the first time. Such decisions may engaged the whole household, take months even years of contemplation and involve many types of information search, role rehearsal, and other decision steps. It is obvious that such decision processes cannot be elicited within a normal research process, but there is much that can be done to deepen, accelerate and monitor the decision process of survey respondents, especially by using multi-staged research designs.

We do not claim to be the first to think participants should carefully consider the choices they make in questionnaires. We recognize this is a goal of most research projects, but we also find that more formal attention is often paid to quantifying and modeling decisions of consumers than making sure the survey response process was adequate. We wish to draw systematic attention to understanding what is going on when we try to get respondents involved; we want to enhance the theoretical discussion of using reflexive designs.

Our inspiration for reflexive design comes from three sources:

1. recent use and development of the reflexivity in both sociological theory and applied research in a way which we believe is particularly relevant and useful in transportation research, particularly in regards to new technology and environmental goods;

2. both the implicit and explicit use of reflexivity in three active areas of theory and methods applied to transportation: activity analysis; gaming-simulation and interactive stated response methods. As we will show here, we were able to adapt many of the tools and concepts of this work to both qualitative and quantitative research on potential electric vehicle markets;

3. the research needs of a multi-year project we conducted, aimed at understanding potential consumer responses to electric vehicles. We reviewed a

wide set of previous approaches, including revealed and stated preference and conjoint methods. We rejected these approaches because of their apparent lack of attention to information context, choice set formation and decision processes. Reflexive designs address these needs.

2. PART 1: REFLEXIVITY IN SOCIOLOGY

Reflexivity refers to a social context in which individuals are responding to information about themselves. Giddens (1984) writes,

«Reflexivity should be understood not merely as «self consciousness» but as the monitored character of the ongoing flow of social life...Thus it is useful to speak of reflexivity as grounded in the continuous monitoring of action which human beings display and expect others to display.» [Ellipses added].

Sociologists have noted that many institutions in our late modern society are dedicated to this feedback and the change it engenders, especially the therapeutic community. Social historians find that this «reflexive» nature of late modernity, stands in great contrast to traditional society, in which the institutions were designed to faithfully reproduce the culture.

The reflexive nature of lifestyle choices is discussed and analytically specified in the work of Anthony Giddens, a major theorist whose life work has focused upon the transition from traditional to modern society (Giddens, 1990; 1991). Most recently, his work has focused upon the transformative impact of this change on the ontological structuring of individuals and their resulting life plans. He notes that the primary effect of modernity has been to «disembed» individuals from local systems of meaning. This disembedding is caused by the growth of global markets, media and systems of movement. He states that with the erosion of traditional signposts for identity, individuals must create meaningful lifestyle trajectories for themselves. They create themselves through a process of «reflexive organization of their lifestyle». (For a full discussion of Giddens analytical framework and its particular relevance to transport research, see Turrentine, 1995).

Giddens specifies analytically the content of lifestyle and the idea of reflexive organization.

Lifestyle can be defined as a more or less integrated set of practices which an individual embraces... because they give material to a particular narrative of self-identity. ..it is «adopted» rather than «handed down». Lifestyles are routinized practices, the routines incorporated into habits of dress, eating, modes of acting, and favored milieu for encountering others; but the routines followed are reflexively open to change in light of the mobile nature of self identity (Giddens, 1991:81).

What differentiates lifestyle from the concept of utility as is practiced by economists and many transport researchers is that lifestyle choices are guided by biographical trajectories, not by ranked preferences. This aspect of lifestyle is

essential to exploring the future with consumers in that as Cairncross has said «each fresh purchase has to be fitted, not into just an existing pattern of consumption, but also into an emerging way of life» (quoted in Earl, 1994:16). If we splice Giddens into this, we would say that each new purchase must be fitted into an reflexively organized lifestyle trajectory and narrative of the self.

Additionally, social movements in the late 20th century, in particular the women's and environmental movements, apply a certain «life politics» to the reflexive monitoring of self identity, and its lifestyle planning. Lifestyle becomes a critical aspect of the goals of these recent movements, and focus is upon finding personal meaning as well as the wider political goals of the movement. For women, getting a good job is a source of personal meaning as much a practical goal of financial liberation. For environmentalists, recycling is as much an issue of self identity as a system of the economy. Each of these movements have put transportation technologies and travel patterns under their critical gaze, more so in the case of the environmental movement, but automotive technologies have been also important to the critique of women's self narrative (Sharf, 1994; Turrentine, 1995).

While Giddens charts the ontological territory of identity and reflexive choice, Bourdieu picks up the epistemological threads of reflexivity, albeit with somewhat different theoretical underpinnings[1]. Bourdieu (1977) regards the research process itself as a reflexive activity— researcher and participant are engaged in a mutual critical examination of the meaning of particular practices or choices and research itself is a reflexive institution. This is indeed the emerging role of transport research when it looks for alternative futures. Giddens says that each member of society is an expert about their lives, and that institutional experts draw their ideas from the society at large, develop those ideas and reintroduce them. This the research process we expound. In particular, we prepare reflexive experiments in which we can listen while participants describe the choices they want available and plan their lives.

3. PART 2: REFLEXIVITY IN TRANSPORT RESEARCH

The second location we draw on for reflexive design is from transport research itself; especially from Interactive Stated Preference methods. We draw from three areas of active research in transportation: activity-based approaches, gaming simulations, and interactive stated response methods. Jones *et al* (1990) define activity analysis as «[a] framework in which travel is analyzed as daily or multi-day patterns of behavior, related to and derived form differences in life styles and activity participation among the population». Several reviews trace the

[1] Bourdieu's vision of society is more thoroughly embedded in the reproduction of social categories, and less revisionist than Giddens' concept of lifestyle trajectories. Bourdieu's approach alone does not account for the types of change we wish to study.

development of activity analysis (e.g., Damm, 1983; Jones, 1983; Kitamura, 1989; Jones *et al*, 1990; Axhausen, Gärling, 1992; Jones, 1995; Kurani, Lee-Gosselin, 1996).

The dimensions of a household's «activity space» are:

- the household members' activities;
- the time schedule of those activities;
- the geographic location of those activities;
- linkages between activitie;
- and the modes and routes used to access those activities.

Linkages include both those between one person's series of activities and those between the activities of other household members and members of other relevant social groups (e.g., co-workers or team members).

The constraints on a household's activity space include:

- the household structure of relations and responsibilities;
- vehicle ownership and availability of other travel modes;
- time schedules imposed from outside the household;
- an income budget;
- and in the case of limited range vehicles, a distance budget.

The distance budget is new to households. Gasoline (and diesel) vehicles and their ubiquitous fuel stations provide very long daily range—the distance one can travel in a day is limited by time constraints (and speed limits), not the total amount of energy that can be stored onboard the vehicle or the rate at which that energy can be replenished. In contrast, EVs that store their energy in electro-chemical batteries will have short driving ranges and may require a few hours to recharge.

Games and simulations are experimental contexts which allow researchers to observe individuals or households as they make complex decisions. Gredler (1992) defines *simulations* as learning activities in which: participants seek solutions to, or resolutions of, a particular task, issue or problem; activities do not have straightforward or transparent settings, contexts or solutions (in fact there may be no single correct solution); and participants must conscientiously fulfill specific roles (what Gredler cites as Jones (1984) «reality of functions»). We address reality of function by asking participants to fulfill a familiar role—their real life roles within their household. We aid their conscientious fulfillment of this role by providing them with materials to recall a specific week of their lives (e.g., travel diaries) and by conducting the study in their household setting.

In the ISR phase of our research, we designed simulations to observe household responses to home recharging and limited range (Kurani, Turrentine, Sperling, 1994). Households relive the events of their diary week—that is, they fill the same activity space—while we repeatedly fix one of the constraints (the range limit of one household vehicle) to lower and lower levels in order to «defeat» the households ability to solve problems created by that constraint. The household determines whether that constraint, or any other, prevents them from filling their activity space. In a later stage of the game, we change the consequences of the household's solution to the range limit (by changing the relative fuel costs of electricity and gasoline). The household then must resolve those new consequences. In particular, we observe whether in their efforts to resolve the new cost consequences (which favor use of the EV), households allocate more of their household travel to the EV.

The third element of our research approach is Interactive Stated Response (ISR) methods. These methods link activity analysis concepts with gaming simulations and other interactive data collection methods. Lee-Gosselin (1995) distinguishes «stated response» methods from «stated preference» methods and develops a taxonomy of the former which subsumes the latter. The taxonomy is based on the degree to which constraints and behavioral outcomes are either provided by researchers or elicited from participants. Traditional stated preference work specifies both constraints and behavioral responses (choice sets). Other classes of stated response techniques include «stated tolerance» (behavioral outcomes given, constraints elicited), «stated adaptation» (behavioral outcomes elicited, constraints given) and «stated prospects» (both behavioral outcomes and constraints elicited).

Several applications of these techniques within a variety of transportation policies contexts are reviewed by Lee-Gosselin (ibid). These include pioneering work on ISR methods undertaken in the course of developing the Household Activity-Travel Simulator (HATS) (Jones *et al*, 1983) and the Car-Use Patterns Interview-Game (CUPIG) (Lee-Gosselin, 1990). Subsequent to PIREG, the authors have been involved in three more ISR applications: household responses to a class of non-freeway capable electric vehicles known as neighborhood electric vehicles (Kurani *et al*, 1995), development of a PIREG derivative applied to EV markets in France (Faivre d'Arcier, Nicolas, Lee-Gosselin, 1995), and on-going work on driver safety perceptions by Lee-Gosselin and Turrentine.

The activity analysis framework provides the structure on which gaming-simulations related to transportation problems have been built. Jones *et al* (1983) used timelines and maps to plot activities in both time and space. Lee-Gosselin (1990) focused primarily on the temporal organization of activities in his Car Use and Purchase Intention Games (CUPIG), and dealt with spatial issues primarily by using fuel consumption as a uni-dimensional distance measure. In our interactive gaming interiviews, we relied on activity timelines patterned after Lee-Gosselin's. The timelines contained the start and end times for all activities of the household's two primary drivers (including travel) for a one week period. Each activity was identified by a text description; each trip was identified by the travel mode, the driver and any passengers, and the trip distance. A uni-dimensional distance

measure, miles traveled per vehicle per day, was used to operationalize the distance budget imposed by the hypothetical displacement of one household vehicle by an otherwise identical, but limited range, home rechargeable EV.

We used ISR methods in PIREG to develop what we call the hybrid household hypothesis (described below) and to explore the learning and decision processes of households as they considered the implications of a new travel technology for their lifestyle needs and wants. Our PIREG interviews fall within Lee-Gosselin's stated adaptation class. We supplied constraints (driving range limits and recharge times of EVs) and the households provided solutions to any problems created by those constraints.

In describing games and simulations (and learning environments more generally), Greenblat (1981a) uses the term «reflexive» to describe feedback on successes and errors that allows participants to assess their own progress. Our usage includes such feedback, but is more general. We use «reflexive» to describe techniques that reflect back to a household its own behavioral reality and a sociological system in which individuals are conscious about the social construction of reality (Turrentine, 1995). Thus, there is a direct connection from our use of the phrase to recent use of reflexive techniques in sociological studies, for example those of Pierre Bourdieu (e.g., Bourdieu, Wacquant, 1992) and Anthony Giddens (e.g., Giddens, 1991).

4. PART 3: PROBING CONSUMER RESPONSES TO ELECTRIC VEHICLES

We report here on the use of ISR derived reflexive methods used in a multi-phase research project aimed at exploring and measuring the market for electric vehicles. In particular, we focus on how ISR techniques developed in a qualitative phase of research were linked and adapted, through the use of what we call «reflexive methods,» to quantitative research. The four phases of this research were:

- Phase 1: (1990-1991) Phone interviews with owners of home-made and non-conventionally manufactured EVs in California (Kurani *et al*, 1994a);
- Phase 2: (1990-1991) An alternative fuel vehicle drive clinic with 236 households in Pasadena California and 11 focus groups with 75 of the clinic participants (Turrentine *et al*, 1992);
- Phase 3: (1992-1993) ISR home-interviews with 51 households in California. Households belonged to an hypothesized new market segment of potential EV buyers. These interviews were called PIREG interviews (Purchase Intentions and Range Evaluation Games) (Kurani *et al*, 1994b);
- Phase 4: (1994-1995) A reflexively designed market survey of 454 potential EV buying households in California (Turrentine *et al*, 1995; Kurani *et al*, 1996).

4.1. Research Goals: Defining and Testing the «Hybrid Household Hypothesis»

The use of ISR methods in this project grew out of the specific challenges of our research topic. The main goals of our four year research project were to explore and test a central hypothesis about the electric vehicle market that we call the hybrid household hypothesis (HH hypothesis). Simply stated, the HH hypothesis proposes that many multi-vehicle households will find it advantageous to diversify their household fleet beyond internal combustion vehicles to include electrically powered vehicles. Their motivation would be that electric vehicles, while limited in range, have other features that gasoline vehicles do not (such as the ability to be recharged at home, to avoid refueling stations, to pre-heat and pre-cool the interior of the vehicle, and to allow expression of environmental values). These other features create complimentary value between gasoline and electric vehicles. A few previous EV market studies have suggested, or assumed, that multi-car households might be the best, first market for EVs. But in this research project, we developed the ideas of complementary value between vehicles of differing propulsion systems and household management of a fleet of diverse vehicles over time.

A household that combines electric and gasoline vehicles in its stock of vehicles is one example of a «hybrid household». In contrast to a hybrid vehicle, in which multiple propulsion systems are combined in one vehicle, a hybrid household chooses two or more vehicles, each with different types of propulsion systems and then allocates household travel according to the different operational characteristics of those vehicles. It is not a specific vehicle technology that defines a hybrid household, but rather the behavior of choosing vehicles with different propulsion systems to create a fleet of specialized transportation services and lifestyle expressions. These concepts form the core behaviors in hybrid households:

- household response to driving range is formulated within the context of the household's activity space;
- limited driving range (of EVs) is evaluated in conjunction with evaluation of home recharging;
- household response to EVs is made within the context of existing processes of household vehicle fleet management that include:
  . choice set formation for each vehicle purchase decision;
  . links between vehicle purchases across time;
  . vehicle use allocation decisions.

The prospective, future existence of hybrid households is the central hypothesis that our research tests. How we designed research tools to test this hypothesis is the subject of this paper—more extensive empirical results are presented in Turrentine and Kurani (1995) and Kurani, Turrentine and Sperling (1996).

The primary challenge in our research was that our population of car users lacked knowledge and experience with electric vehicles and especially with the

behaviors hypothesized by the HH hypothesis. Today, there are only a few small groups of Americans with any experience with electric vehicles: some people over the age of ninety (who remember EVs from their youth); drivers of electric forklifts or golf cars; or one of the few electric car enthusiasts, who since the 1960s have been carving the internal combustion systems out of their conventional cars and converting the vehicle to electric drive systems. The rest of the car buying public has no experiences to survey or preferences to measure. Also, we had no electric cars for testing that matched the characteristics of EVs we expected to be mass produced in the late 1990s.

4.2. Previous market research on electric vehicles

In the absence of sales data, researchers in the past have tried three methods to develop estimates of EV market potential: attitude studies, travel behavior analyses, and stated preference surveys. Results of three research streams present an apparent paradox. Attitude studies and travel behavior analyses tend to show EVs to be a practical and desired technology, but stated preference studies typically conclude consumers are unwilling to consider EVs at anything but «fire sale» prices. We believe this paradox is resolved by providing a robust decision context using ISR methods.

4.2.1. Attitude Surveys

A number of *attitude surveys* and some focus group studies by auto manufacturers, electric utilities and auto market analysts have found a sizable percentage of consumers who are interested in, and favor, electric vehicles and other alternatives to gasoline (e.g., Buist, 1993; Kirchman, 1993; Fairbanks, Maulin and Associates, 1993; Dohring, 1994). However, these attitudes are far removed from vehicle purchase and use; they represent the ideals of consumers and not their full decision process.

4.2.2. Travel Behavior Studies

Travel behavior studies (or «constraints analyses») have largely focused on limited range. Typically such studies attempt to count the households that have more than one vehicle and travel habits that do not conflict with use of a limited range EV. The primary assumption in these studies is that potential EV-owning households must have at least two vehicles. The other common assumption is that there can be no pattern of vehicle use in the household such that all household vehicles travel beyond the expected range of EVs on a daily basis. Thus we see elements of the HH hypothesis are implicit in these studies. For examples see Deshpande (1982), Kiselewich, Hamilton (1982), Nesbitt et al (1992).

In general, such studies conclude that somewhere between one-fourth and one-half of households in the U.S. could accommodate a 100 mile range vehicle.

Skeptics have criticized constraints analyses, arguing that regardless of how people actually use their vehicles, consumers probably won't give up unlimited range or fast refueling of ICEVs (Hamilton, 1983). The third approach to EV market studies, stated preference techniques, appear to support this argument quite forcefully.

4.2.3. Stated Preferences

Stated preference studies of vehicle markets typically rely on data from hypothetical choice experiments. Participants are presented with choice sets of vehicles, then asked which one vehicle from each choice set they would be willing to buy. All vehicles are described by attributes common to all the vehicles. The attribute levels are varied over several trials to elicit different choices. With this data, econometric models estimate partial utility values for consumer preferences for each vehicle attribute.

The partial utilities for driving range have often been used to estimate a purchase price penalty for limited range vehicles. Virtually every stated preference study has estimated huge average price penalties for limited range vehicles (e.g., Morton *et al*, 1978; Beggs, Cardell, 1981; Bunch *et al*, 1993). Using these large average penalties for limited range, projected EV sales are very low. Market penetration estimates in these studies range from 2% down to 0%. A more recent stated preference study enhances the realism of its respondents decision context by incorporating elements of their revealed and expected vehicle purchase behavior (Bunch *et al*, 1995; Golob *et al*, 1995). While also estimating very large penalties for limited range, this study forecasts initial EV market penetration rates of 4 to 5% within California's South Coast Air Basin[2].

4.3. Resolving the paradox

Taken at face value, previous research tell us that virtually everyone likes the idea of electric vehicles, many households could use at least one, but almost no household would buy one. Resolving this paradox required a review of the assumptions and methods of each of the three main streams. From a market perspective, the attitude surveys were easiest to dismiss as they rarely probed vehicle purchase decisions. Travel behavior studies provided a few clues as to important assumptions about possible markets for EVs. However, within travel behavior studies these assumptions were untested. Further, these studies did not study household vehicle purchases, but household vehicle holdings.

[2] Because Bunch *et al* (1995) and Golob *et al* (1995) are constructing a multi-year forecasting tool, comparisons to other, single point estimates are not straightforward. The 4 to 5% market penetration estimate is based on the first few years of their base case model. In no year does their base case model forecast greater than 8% EV market penetration.

Of the three research streams, stated preference studies were most clearly aimed at studying household vehicle purchases and had the strongest theoretical and empirical development. Still, we were skeptical about the results for two reasons. First, the use by many studies of average results to estimate markets is inappropriate. Averageutilities are irrelevant to the dynamics of market development: it is the distribution of utilities that matters. Second, there are theoretical arguments and empirical evidence that contradict the underlying assumptions regarding consumer behavior in stated preference studies—not the least of which is that any analysis of *individual* choices is antithetical to an activity based approach. A complete critique is provided elsewhere (Turrentine, Sperling, 1992). Here, we focus briefly on the characteristics of preferences.

In order to make inferences from econometric models based on stated preference data about the value of driving range, it must be assumed that the respondents have well formed preferences for range. More importantly for purposes of forecasting future market shares, these preferences must be stable or there must be enough longitudinal data and an adequate theoretical understanding to also forecast changes in these preferences. These are highly speculative assumptions for vehicle attributes with which the study participants have no experience.

Recent research in decision processes argues that preferences are often constructed—not merely revealed—in responding to a choice (Slovic, Griffin, Tversky, 1990). Payne, Bettman, Johnson (1993) point out that this constructivist approach to preferences «means more than simply that observed choices and judgments are not the result of a reference to a master list of values in memory,» but that the process by which preferences are constructed may change from task to task (Tversky, Sattath, Slovic, 1988). We note also that a distinction can be made between attributes of objects which can be immediately assessed and attributes whose impact can only be judged through either extended exposure and use or some other process that reveals the salience of such attributes and allows assessment of them. Only after people have had the opportunity to assess both types of attributes can they construct preference sets for all a novel objects attributes and make an overall evaluation of the object itself.

Based on these arguments and results, we determined that resolving the paradox would require creating new decision contexts for respondents. These contexts would have to eliminate the possibility that differences in responses to different vehicle propulsion technologies were being driven by differences in familiarity and experience. These contexts would have to allow respondents to formulate evaluations of the impacts of limited range and home recharging on their daily travel and to assess whether other attributes of EVs had any positive or negative value. These contexts would have to allow households to consider the implications for lifestyle choice and expression of EVs with the same familiarity that they judge existing gasoline vehicles.

5. OVERVIEW OF THE RESEARCH PHASES: TRACING THE DEVELOPMENT OF THEORY AND RESEARCH DESIGNS

5.1. Phase 1: Interviews with EV enthusiasts

We began our research in 1990 with a phone interview survey of 100 owner-enthusiasts of electric vehicles (Kurani *et al*, 1994a). The purposes of these interviews were to describe the types of EVs that were already on the road in the early 1990s, to identify what other types of vehicles that EV owners owned, and to explore whether these households used their vehicles in accordance with the unique performance capabilities of each. We identified 30 households who used their electric vehicle on a daily basis, and only one household which had only electric vehicles. Most of the electric vehicles were built as a hobby project and had minimal performance attributes.

In this study, we first saw how households might make vehicle use allocations based on the different performance characteristics of their vehicles and how the characteristics of the use of the gasoline vehicle would be determined by the use patterns of the EV. The results indicated that characteristics of the EV determined EV travel, but did not affect the household's total use of their gasoline car. Households which put relatively few miles on their EV do not necessarily put more or less miles on their gasoline car than households which put many miles on their EV. This is consistent with the hypothesis that EVs fill a specific proportion of the households activity space.

We asked if the EV owners believed they had to adjust their lifestyle or the location of common activities to accommodate owning an EV. Fifty-nine owners said they made no adjustments, 36 indicated they had made some changes. The most often mentioned change was the need to plan which vehicle to use for certain days or certain trips. For ten people this involved an active decision process; for eleven others it involved a simple trip-by-trip decision rule—if the trip is within the EV range, the EV is used. For most of this sample of EV owners, their activity space appeared to be segmented—that part of their activity space which can be accessed by the EV, is; activities outside the EV's range are accessed by the gasoline vehicle. While this might seem obvious, it bears noting that activities within the EV range are also within the gasoline vehicle's range, yet the gasoline vehicle is not regularly chosen to access those activities.

5.2. Phase 2: An alternative fuel vehicle drive clinic and focus groups

Our second study, also initiated in 1990, was a drive-test clinic with electric, compressed natural gas and methanol fueled vehicles. We recruited 236 heads of households in Pasadena, a city near Los Angeles, California. Of these 236 people, 193 were from households that owned more than one vehicle and bought new

vehicles; 22 were recruited from pro-environmental, clean air activist groups in the Los Angeles area; and 21 were automobile mechanics. We also conducted eleven focus groups three days after the drive clinic with 75 of the participants (Turrentine *et al*, 1992). These joint studies served as a seminal source of ideas regarding the process through which people will formulate their responses to EVs in general, and driving range in particular. It also suggested several practical ideas about which media effectively communicate information regarding the novel attributes of EVs.

A central finding of the focus groups was the volatility of range choices[3]. This finding lead directly to our choice of ISR designs in Phase 3, with the goal of discovering whether participants find more stable range choices through reflexive engagement. In the focus groups we discussed range needs in a number of different ways. The primary result was that participants' stated choices for range were extremely volatile and changed dramatically under the influences of new information, attitudes expressed by other group members, and attempts of the moderator to influence responses by suggesting range related problems. Some respondents' stated needs increased, but overall, there was a pattern of drastic reductions in stated daily range needs. These findings suggested there was a learning curve for driving range.

One finding in this study which influenced later designs was the discovery that participants pay more attention to visual media than written media for information about automobiles. In fact, we have found consistently in our research that there are large number of respondents who are unable to understand surveys without visual media. We also found it quite difficult to explain to participants just how to refuel compressed gasoline and electric vehicles. For these reasons, we developed a 15 minute information video on alternative fueled vehicles to go with the self-administered survey in part four. We supplemented the video with a number of recently published articles on EVs from popular press and automotive magazines.

5.3. Phase 3: PIREG—an interactive stated response interview

5.3.1. Household response to limited range

The instability of range choices found in the post-test drive focus groups convinced us we needed new methods to explore the range needs and wants of households. We could not simply ask households in a direct way their range wants and we did not have reliable or sufficient numbers of EVs to have drivers use them for extended periods so as to establish preferences. We would need to use some sort

[3] We distinguish the responses we observed in these focus groups from «preferences» by referring to them as «choices». Given the discussion we have given above on the nature of preferences, as economists use that term, we do not believe these focus group participants were expressing preferences. Rather their answers to our repeated questions about range needs were choices made in a process of preference formation.

of simulation to intensify the learning process. The problem of limited range resembled similar behavioral questions faced by Lee-Gosselin in designing CUPIG, an ISR interview in which consumers explored their response to gasoline rationing (Lee-Gosselin, 1990). In CUPIG, a distance budget was imposed by gasoline rationing; in PIREG, we imposed a distance budget by creating a range limit on one household vehicle.

Based on our observations in our Phase 2 studies, we determined that the questions «can you use an EV?» and «how would you use an EV?» must precede the question «would you buy one?» This approach required us to design a simulation in which households could explore, and elaborate on, problems created by limited range, whether and how they would solve those problems, and then finally consider a vehicle purchase decision. Observing households solve any problems imposed by the distance budget would offer an enriched learning experience for households. It offered us the opportunity to observe how households might go about comparing EVs to gasoline fueled vehicles, that is, whether and how they constructed vehicle purchase choice sets that contain EVs.

This enriched context created what we called the reflexive context in research. We wanted to slow down the research response process to encourage reflection and a dialogue about using electric vehicles among members of the household. We assumed such a dialogue would be the first step in decisions about electric vehicles, because the limited range of the vehicle and home recharging features would affect the allocations of vehicles for activities. Additionally, the electric vehicles was a high price purchase and an important symbolic good of the household. We had observed in previous interviews that the EV seemed to evoke strong opinions and much discussion within households.

5.3.2. Outline of a PIREG interview

In PIREG, like many other interactive stated response studies in transportation research, participants kept one week diaries of all household motor vehicle travel. We transferred these diaries to a time-line chart which contained complete trip-by-trip information, including trip purpose, origin, destination, estimated and actual distance, start and end time. This chart was used to construct «what if» situations in a two hour interview with participants in their home. The steps in a PIREG interview are outlined below.

- Step 1. CALIBRATION: The household is questioned about the typicality of the week on the chart and about daily, weekly, monthly or annual travel not found on the chart (including travel by other modes);
- Step 2. MINIMUM RANGE ESTIMATION: One of the household's vehicles is «replaced» by an exact copy, except the copy has a limited range and is recharged at home. The interviewers choose a «challenging» range—a range which will cause some problems in completing the week of actual travel. The household

members review the week and discuss how to solve the problems. If they successfully solve these problems, a lower range is proposed. The process is repeated until the household arrives at the lowest range vehicle it is willing to accommodate;

- Step 3. ADAPTATION: Using the minimum range vehicle, the interviewer presents the household with further problems not contained in the diary, such as a medical emergency situations which might demand more range or further behavioral change. The household continues the process of problem solving;
- Step 4. OPTIMIZATION: Given the disincentive of a very high gasoline price, the household is asked to optimize the use of their hybrid fleet of vehicles;
- Step 5. COMFORTABLE RANGE ESTIMATION: Finally the household is presented with a priority evaluator (PE) table of driving range and recharge times. Each option has an associated price. Households choose to «buy» a new range/recharging package or to retain the one they arrived at in the adaptation phase.

Finally, in the debriefing following the interview, we engaged households in a more open-ended discussion of purchase intentions.

5.3.3. Household adaptations to driving range

One of the goals of PIREG was to understand from the household activity viewpoint how electric vehicles will be used. We confirmed in the PIREG interviews the previously reported findings of constraint studies that a range limit on one household vehicle was not much of a barrier to EV use for most of these two vehicle households—once they understood the recharging routines of electric vehicles and had an opportunity to engage in joint review of their household driving patterns and needs.

The problems caused by a range limit were few and were solved rather easily by common vehicle allocation strategies, which most often were part of existing household vehicle use decisions. All in all, we counted 29 households whom we identified as pre-adapted to EVs—they required no adjustments to their existing vehicle use decisions. We identified 15 more households who required some new adaptive behaviors, and another 7 households who could not, or were unwilling to, adapt to the range and recharging routines of EVs. A full explanation and description of the adaptive behaviors is found in Kurani *et al* (1994).

This is important to understanding the value and cost of EVs. For example, we have seen in at least one previous econometric study that renting a gasoline car was used to calculate the cost of not having a «long range» vehicle on those occasions when the EV range is insufficient. As we discovered from our 51 households, renting a car was almost never considered, precisely because it was considered a high cost solution and several other lower cost options were available. Only one household suggested renting to solve a range problem, and they believed a company employing one household member would pay for the rental. The most

frequent solutions to range problems were low cost and already used by households on those occasions when one of their vehicles is in repair, out of gas, or in use elsewhere. Such common solutions included using another car in the household or borrowing from a friend or family member.

5.3.4. Household decision variables and processes

We observed three critical new decision variables in households' decision making regarding selecting a minimum adapted and comfortable ranges for one hypothetical household vehicle. These variables have not previously appeared in survey work on the EV market. They are *safety buffers*, *routine activity space*, and *critical destinations*.

The *safety buffer* is the range to be left on the EV at all times. (As a feature of the EV we stipulated instrumentation which precisely estimated the remaining driving range.) Most households in this study responded that they wanted20 miles of range always left on the vehicle. Households arrived at this 20 mile buffer almost irrespective of the types of hypothetical situations created by the interviewers or the location of the household with respect to emergency services and other activity locations.

Routine activity space contains the locations of activities that the household accesses on a routine basis, including work, schools, doctors, banks, favorite shopping locations, grocery stores, local family and friends. Households are quite aware of this set of destinations and most are familiar with the distances to these activities. These routine activities form the basis for the initial judgment of driving range needs and for the value of home recharging. For households with geographically small routine activity spaces, home recharging provides virtually all recharging needs and is therefore quite attractive.

The *critical destination* is the furthest destination which the household member using the EV feels they must be able to reach, perhaps for an emergency or for activities important to their lifestyle. They must be able to reach this destination even when the gasoline vehicle is not available. Common critical destinations included a friend or family member who is visited frequently or a favorite recreational location. Not all family members choose the same critical destination. In some cases, one member identifies a destination which is already part of the household's activity space. Another member may argue for an *imaginary critical destination*, a destination which is not actually in the travel history of the household, but which the person nevertheless wants available.

One issue that was amply demonstrated by the PIREG households was the extent to which multi-car households are already managing fleets of specialized vehicles and how this behavior is the primary source of adaptations to a distance budget. This management includes allocation of vehicles to particular trips appropriate to the vehicle body style, size and age. Once we started to consider how

households manage all their vehicles, we saw that the notion of building EVs with sufficiently long range that they would substitute for a gasoline vehicle on a one-for-one, trip-for-trip basis was clearly unnecessary. In the PIREG interview, we observed households discussing how to allocate travel to different vehicles when forced to use a minimal range vehicle (in Step 3) and when asked to optimize vehicle use. During these simulations, households engaged in reorganization of their driving tasks and experimented with reallocating vehicles according to their operating features and capabilities. Household members began describing vehicles in terms that described each vehicles specialized tasks.

5.4. Phase 4: Measuring the market with a reflexive survey

The preparatory work reported above lead us to conclude that before moving to a larger sample, innovative survey methods were needed to provide both consumers and researchers with an adequate context to understand and measure potential consumer demand for products that embody fundamentally new attributes. As the review of previous studies shows, standard techniques were clearly not resolving the issue of consumer response to the limited range of battery electric vehicles. We realized that many of the design elements of PIREG had provided much of the robust decision context, including travel diaries and participation in the gaming-simulations. The diaries not only collected travel data for the researchers, but also increased the attention of households to the research. The design of the mail survey emulated the PIREG techniques in order to create the context in which household decision processes regarding EVs take place.

5.4.1. Overview of the survey instrument

The survey was divided into four parts and was designed to be completed over several days to encourage critical evaluation of the options. The four parts are summarized below.

Part One: Initial survey of household vehicle holdings, purchase intentions for next new vehicle, demographics, and environmental attitudes.

Part Two: Three day travel diary for two primary household vehicles, a map on which the household plotted their activity locations, and a survey of the travel and refueling patterns of the two primary drivers.

Part Three: Information video and reprinted articles from major media that explain and demonstrate distinct refueling and recharging routines, emissions, and other new features of compressed natural gas, battery powered electric, hybrid electric and neighborhood electric vehicles.

Part Four: Household is presented with two Choice Situations within the context of their next vehicle purchase. The first situation is a test of the HH hypothesis. The second situation develops a more detailed picture of market segments for electric vehicles.

5.4.2. The household is the appropriate unit of analysis

We needed to engage the whole household in both reflexive exercises and vehicle choices. Many studies simplify the survey process by addressing a single, hypothetical primary decision maker in the household. This assumption conflicts with all we learned in the PIREG interviews and with the theoretical basis of activity-based travel research. A Newsweek study of new car buyers reported that only 8% of respondents said they were not influenced by their spouse. Even children played a role in vehicle choice in most households; only 27% of households reported not being influenced by children. Adult children are the most independent in making their own vehicle purchase decisions, still the majority (56%) are influenced by their parents (Newsweek 1991). Further, the results of our own survey support our choice of the household. Over 70 percent of the households in our sample indicated that more than one person in the household was involved in the decision-making process. The households most likely to have only one person making the decisions were households with one adult head of household whose youngest child was more than 16 years old.

We designed the survey instrument so that all members of the household can participate. In households that contain more than one person, the structure of the household relationships and responsibilities will affect such fundamental choices as vehicle body style and amount of household resources committed to vehicle purchase. As a final design choice based on the choice of the household as the unit of analysis, we chose a mail out/mail back survey that required households to spend several days to complete the questionnaire.

Consumers do not have adequate knowledge of electric vehicles to form preferences or to make hypothetical choices that reliably reflect real purchase intentions. A frequent comment from our previous work was that respondents were surprised that EVs look and drive like conventional vehicles. Many respondents expect EVs to look futuristic and perform like golf carts. In our drive test in Pasadena, most respondents said the EVs performed much better than they expected. In the reflexive survey, we don't have vehicles for participants to test drive. Instead we offer an informational video that shows a number of natural gas, electric, and hybrid electric vehicles being refueled, recharged, driven on city and freeways, being parked etc. We found that for many participants in the drive test, this visual information was a necessary adjunct to written materials for grasping the fundamentals of EV use. We also included reprinted articles on EVs from the popular press. Finally, we included detailed brochure-like information on each of the hypothetical vehicles being offered to participants in the choice section of the survey.

5.4.3. Reflexive Techniques—visual diaries, activity maps, and reflexive questions

The survey incorporated elements designed to reflect back to participants the impact of a limited range vehicle on their lifestyle, designs based on decision processes we found in the PIREG work. We used a number of methods to encourage this reflexion and learning, including travel diaries, maps of household activity locations and reflexive questioning. The reflexive questions refer back to the diaries, maps and earlier questions in the survey to link vehicle choices to real elements of the household's life. The survey design allowed participants to learn about EVs and the effects of a daily range budget and home (as well as away-from-home) recharging and to assess what impact those EV characteristics might have on their lifestyle and travel choices.

Households kept diaries for the two vehicles that were used most often during the diary week by the households two primary drivers. Primary drivers were identified as either the two household heads, or one household head and one other driver. Households were instructed to fill out the diary on three consecutive days, either starting (Sunday, Monday Tuesday) or ending (Thursday, Friday, Saturday) with a weekend day. The diaries were of a special design to make it easy for participants to visualize their own travel patterns. Rather than record trip start and end times as text, drivers drew a timeline diary. Days were represented in a 24 hour, three bar time line format which participants drew as they used the diary. The lower of the three bars represented time the vehicle was parked at home, the middle bar represents time the vehicle is traveling, and the upper bar represents time the vehicle is parked away from home. At the end of a day, the diary then shows a visual representation of the days travel. This diary design was easier for respondents to use than many diary designs and gave instant visual feedback to drivers about their travel patterns.

We note that this feedback, the use of the diary as a reflexive tool, was the primary function of the diaries; it was neither designed nor intended to be primarily a data collection tool for our use. With this, and space considerations in mind, the diary forms were scaled in 5 minute increments. In terms of representing overall patterns of vehicle use, the loss of minute-to-minute accuracy was not important in our context. Further, experience with travel diaries indicates that a large number of respondents reconstruct the diaries after trips, after complete travel days, and in the case of multi-day diaries, after the entire diary period. In view of this, any perceived accuracy of minute-to-minute, text entry diaries must be viewed with suspicion.

The second reflexive tool was a household activity map. Households were provided with a city/regional map on which each driver who had kept a diary plotted the locations of important household activity destinations. The list of locations they plotted included home, work, schools, a usual grocery store, frequently visited friends or family in the area, their doctors' and dentists' offices, emergency medical services, a usual gasoline station, and one other important location which they

chose. Next, each driver was asked to draw a boundary on the map, given these instructions:

Draw a boundary on the map around the area in which you do most of your activities—working, shopping, attending school, regularly visiting family and friends, other socializing and recreation, banking, business or personal errands—in short, draw a boundary around the are in which you live. If part of this area is off the map, make a note in the map margin. Use the locations you have already plotted on the map plus any other activities you consider important to your lifestyle to help you define this area.

Finally, the concept of a *critical destination* was explained and each person identified this location (including whether it was on or off the map) and estimated the one-way travel distance.

The third reflexive design element were reflexive questions. These are questions that ask the respondents to provide summary evaluations of their diaries and maps or to use those elements as the basis for answering questions about their vehicle choices in the final part of the survey. An example of the first type of question is:

Look back over your trip diary and you map. How easily could you have completed the travel in your diary if you had not been able to drive on any freeway or expressway?

Choose <u>one</u> answer

I could have <u>easily completed all 3 diary days</u> without ever traveling on a freeway or expressway.

<u>With some changes</u> to the routes I drove or by some other change, I could have completed <u>all 3 diary days</u> without traveling on a freeway or expressway.

<u>With some changes</u> to the routes I drove or by some other change, I could have completed <u>at least 1 diary day</u> without traveling on a freeway or expressway.

It would have been <u>impossible</u> for me to complete even 1 of my diary days without traveling on a freeway or expressway.

This question is designed to provide some foundation for household consideration of a class of EVs known as «neighborhood electric vehicles». These are small vehicles that have limited top speeds. They are not intended for freeway travel. Such a vehicle is well outside the realm of experience of most households. Without giving away that choice sets of vehicles offered to them later would include such vehicles, this question prompts households to review their travel and assess whether they must use high-speed routes to access their activity locations.

An example of the second type of reflexive question is related to household choices of away-from-home recharging capabilities for EVs. So called «fast charging» of EVs has been demonstrated for a variety of different battery

chemistries[4]. However, the very high power electrical service required to provide fast charging—typically 440 volts and 100 amps or more—would only be available at the equivalent of gasoline stations. To insure that households who indicated they wanted to buy an EV and buy the fast charging option considered this choice in some depth, we asked them to plot a location on their activity map where they would want such a fast charging station to be located. In this way, their choice of the fast charging option was made within the context of «where might we actually use such recharging?» and not simply «that sounds like a good thing to have».

These three reflexive devices—timeline diaries, activity maps and reflexive questions—incorporate important decision processes and variables learned in the PIREG interviews, help to develop an information context in which households are nearly as well informed about EVs as they are about gasoline vehicles, and prompt the households to engage in understanding the problems and benefits associated with limited range-home recharged vehicles[5].

5.4.4. Sample design

The survey was targeted at what we label the *potential hybrid household* segment of the light duty vehicle market—households with two or more cars, who buy primarily new cars, and who have at least one vehicle, purchased new in the past that is not a full sized van, sedan, truck or sport utility, and who have a logical location to recharge a vehicle while it is parked at home. Seven hundred forty such households were recruited from 6 metropolitan areas of California, and stratified to meet 1991 year market shares of foreign and domestic sales, as well as basic demographic categories. Households were offered $50 to complete the survey. 454 households completed all four parts of the survey, a total response rate of 61%. We compared this sample to other, larger samples from studies of the new car buyer market by Newsweek 1991 and We concluded our sample is representative of households that buy new cars.

5.5. Findings from the survey

The HH hypothesis is supported by our results—in fact, more households chose an EV than the hypothesis predicts[6]. In the most robust test of our hypothesis, Situation One, participants were offered a conventional gasoline vehicle in all vehicle body styles or a moderate range electric vehicle (80 to 120 miles) in all but full sized vehicle styles. In that test, 46% of our sample chose an EV over a gasoline

[4] We described fast charging as being able to recover 80% of the battery charge in 20 minutes.

[5] Another part of the information context is contained in Part Three of the survey, the informational video and article reprints.

[6] In Kurani, Turrentine and Sperling (1996), we specify a formal series of arguments and assumptions that provide a numerical minumum threshold percentage of households in our sample who must chose EVs in order for the HH hypothesis to be supported. That minimum threshold is 38%.

vehicle for their next household vehicle. Explanations other than the HH hypothesis, including such explanatory variables as environmental attitudes, income, age, sex or education, do not explain the distribution of choices as well as does the HH hypothesis. These other household characteristics do contribute in less significant ways to explaining to the size and development of the market. A detailed account of our results can be found in Turrentine *et al* (1995); and Kurani *et al* (1996).

Observing vehicle use and purchase decisions in the survey

In managing their fleet of vehicles over time, households plan and project a series of vehicle acquisitions. Thus, the vehicle purchased at any point in time is influenced not only by the vehicles the household owns at the time of the purchase decision, but also by prospective future vehicle purchases. We observe this aspect of household decisions in the survey through changes in the staging of vehicle choices across time according to changes in the «defining purpose» reported for the next new vehicle.

The concept of defining purpose is as follows. Consider that a household may use a vehicle for all types of travel, but that the decision to buy a vehicle of a particular body style may be determined by the desire to access one particular type of activity. For example, while one household member might commute to work every weekday in a sport-utility vehicle (SUV), the reason the household bought an SUV rather than any other body style may have been to enable or at least symbolize access to certain recreation activities. In this case, the defining purpose for the household's choice to buy an SUV is weekend recreation travel. When vehicle propulsion types are offered with unfamiliar range and recharging/refueling characteristics, households alter their choices of vehicles based on changes they make to the defining purpose of their next new vehicle.

We defined these seven categories of defining purposes:

- commute to work or school on a regular basis;
- chauffeur children or other non-drivers;
- chauffeur business clients and associates;
- run business-related errands;
- take weekend and vacation trips;
- haul large loads;
- vehicle Styling and Other.

We recognize that not all vehicle purchase decisions are made for purely practical reasons. As seen in the list of defining purposes, we did allow households to indicate that vehicle styling or some other non-travel related reason defined their choice of a particular body style and propulsion type. We asked them to identify the defining purpose of the vehicle they initially expected to buy next (that is, prior to us sending them the survey) in Part One and again for the vehicles they chose in Situation One and Two.

Households show systematic changes in the defining purpose of the vehicle they chose in our choice exercises from the defining purposes they expressed would define their next new vehicle prior to our survey. Based on an analysis of data on defining purposes, both for the (possibly previously planned) next new vehicle and the vehicle chosen in our choice exercises, we conclude the changes we observe in defining purposes were unlikely to have occurred by chance alone ($\alpha < 0.05$) (Kurani *et al*, 1996).

Respondents showed a strong shift toward commuting as the defining purpose of the vehicle chosen in Situation Two and a lesser shift to weekend and vacation travel, with a shift away from chauffeuring children and vehicle styling. In yet another analysis (Turrentine, Kurani, 1995) we show these changes in defining purpose are significantly related to choices of vehicle propulsion type. Households that chose any of the electric vehicles in Situation Two were more likely to say the defining purpose of the body style they chose was commuting. A disproportionately large number of households that chose gasoline and natural gas vehicles stated that weekend and vacation travel or hauling large loads defined their vehicle propulsion system choice.

These results indicate that a household's vehicle purchases are not independent across time. The choice set of vehicles a household forms during any given vehicle transaction is dependent on the vehicles the household already owns, on those it expects to own immediately following that transaction, and possibly on prospective vehicle purchases further in the future. Faced with the new choice set of vehicles offered in our experiments, many households changed the defining use of their next new vehicle to allow incorporation of a novel vehicle into their vehicle holdings.

6. CONCLUSIONS

Interactive and reflexive methods were not simple to design and required considerable time and research funds. The research process took several years to complete. Each PIREG interview took many hours of work by both households and researchers. In this project, all of the ISR interviews were done by the main research team, which required intensive periods of travel to interview households in many widely dispersed cities throughout California. However, by linking ISR and survey methods through reflexive designs, we were able to expand some of the benefits of ISR methods to surveys with larger, more representative sample sizes.

The empirical results from the choice situations in Phase 4 of our research support the contention we have succesfully transferred key decision variables and processes from the highly interactive PIREG gaming-simulations to the non-interactive mail survey. The reflexive designs incorporated into the questionnaire—visual diaries, activity maps and reflexive questions—were intended to allow households to assess their own *emergency range buffer, routine activity space,* and

critical destinations, to explore possible problems created by imposing a distance budget through a driving range limit on one household vehicle, and to relate hypothetical vehicle purchase choices to expressed travel needs and lifetstyle goals.

It can be argued that we distorted the household behavior we wished to observe by engaging in both interactive and reflexive methods and spending considerable effort to educate our participants about new technologies. Some might argue that households would never go to the trouble of investigating their lifestyles or learning about technology, and that by doing this we biased participants. However, given the absence of EVs for use in long term demonstrations and given evidence that people construct preferences in the process of making choices, we saw no other alternative to these two design decisions Households were not informed properly to make even incipient decisions regarding EVs.

Our first stages of research indicated that automotive technology choices by households were of sometimes carefully considered, sometimes spontaneous. We found that alternative fueled vehicles, and EVs in particular, generated more than the usual amounts of discussion about car purchase decisions. Thus while we might not be able to realistically duplicate all the decisions process contexts that will emerge when EVs come into the market, the design choices in these studies come much closer than any previous study to providing adequate information and decision context to participants.

Additionally, there are concerns that we may have included pro-electric vehicle sentiments in our research design, simply by providing greater information and context. This is difficult to judge. We did find that there is a natural risk aversion in the population, biased towards choosing familiar gasoline vehicles, but we felt that this would disappear when there was advertising of EVs and other alternative fueled vehicles. One of the useful features of the in-depth PIREG interviews, was that we were able to construct the interview in such a way that participants were unable to determine if we had a pro-EV (or anti-EV) bias. In the survey we exhorted participants to avoid making choices based upon good feeling about electric vehicles, to root their choices in lifestyle concerns. We also checked response for consistent expenditures, vehicle body type choices patterns and lifestyle conflicts with limited ranges.

The most successful component of this work was the detailed observation of how households made decisions about electric vehicles. This enabled the development and testing of the hybrid household hypothesis. Given the feedback from PIREG interviews, we were able to design choice experiments which were relevant to consumer choice sets, information search processes, and segmentation of the market. Another successful aspect of this research was its credibility in a highly politicized policy area. The design of the research facilitated greater insight into the market potential of electric vehicle than did opinion research, econometric modeling efforts, or published results of automotive company research. It has been stated to us

many times that the face value of the work contributed greatly towards the acceptance of its conclusions for use in policy decisions and to facilitate negotiations between automotive companies and regulators over the potential of electric vehicles in the market place.

Looking forward to continued testing and application of the ideas and methods presented here, we are developing another multi-stage research agenda to examine an additional, and central, feature of electric vehicles—lower emissions. EVs are likely to be marketed as «green» cars by the government and EV manufacturers and marketers. Incorporating analysis of the impact of any environmental values assigned to EVs into our hypothesis testing in the studies reported here was a secondary goal which we have not discussed in detail. In much the same way that consumers have no experience with limited range, they have no experience with cars differentiated by environmental performance. There is no precedent of «green» cars and thus no reference from which to know which, and how many, buyers might want to invest in cleaner technology, or how much they would be willing to pay. Some green markets exist, but for different product categories, such as recycled paper; automobiles are a much higher priced commodity, for which there are few precedents and no analogs.

We are currently developing a market survey agenda, using the same principles and methods as discussed here, to deal with the potential of green market development in a theoretically and methodologically sophisticated way. Essentially, the cultural framework in which green choices are made is a new arena for gaming or simulation research. We plan on households participating in new ISR interviews and reflexive surveys that try to simulate the social-cultural context of a green car market, to explore choice set formation, and allow us to observe responses to uncertain social meanings and outcomes. An initial hypothesis on the green market, that comes out of the work reported here, is that the green market is not defined by attitudinal, economic and socio-demographic descriptions of people, rather the green market is defined by the growth of reflexive processes of identity and ife style construction that are initiated and facilitated by the introduction of products differentiated by environmental attributes.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to acknowledge support for the reflexive survey from the California Air Resources Board, the California Institute for Energy Efficiency and CALSTART. We would also like to thank the University of California Transportation Center, The University Energy Research Center, Nissan, Exxon and other supporters of the series of studies reported here. Also, special thanks are due to Prof. Martin Lee-Gosselin of Université Laval, Québec. Finally, many thanks to the 51 PIREG households and 454 participants in the reflexive survey who completed an unique and time consuming questionnaire.

BIBLIOGRAPHY

AXHAUSEN KW, GÄRLING T (1992), Activity-based approaches to travel analysis: Conceptual frameworks, models, and research problems. *Transport Reviews*, v. 12. pp. 323-41.

BEGGS SD, CARDELL NS (1980), Choice of smallest car by multi-vehicle households and the demand for electric vehicles, *Transportation Research A*, 14A, pp. 380-404.

BOURDIEU P (1977), *Outline of a Theory of Practice*, London: Cambridge University Press.

BOURDIEU P, WACQUANT L (1992), *An Invitation to Reflexive Sociology*. Chicago: University of Chicago Press.

BUIST DR (1993), An automotive manufacturer's alternative fuels perspective, *Proceedings of the First Annual World Car 2001 Conference* , University of California, Riverside: The Center for Environmental Research and Technology, pp. 51-55.

BUNCH DS, BRADLEY M, GOLOB TF, KITAMURA R, OCCHIUZZO GP (1993), Demand for clean fueled vehicles in California: A discrete-choice, stated preference survey, *Transportation Research A*, 27A, pp. 237-53.

BUNCH D, BROWNSTONE D, GOLOB T (1995), *A Dynamic Forecasting System for Vehicle Markets with Clean-Fuel Vehicles*. Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine, UCI-ITS-WP-95-8.

CALFEE JE (1985), Estimating the demand for electric automobiles using fully disaggregated probabilistic choice analysis, *Transportation Research B*, 19B, pp. 287-301.

CHICOS R, FANTINI J (1995), Behavioral Design with a New Media Twist, *Design Management Journal*, v. 6, N° 4 (Fall), pp. 52-57.

DABLES J (1992), Developing the greatest uncertainty the EV market, Presentation at Convergence Ninety-Two: *International Congress on Transportation Electronics*, Dearborn, MI, pp. 19-21.

DESHPANDE GK (1984), *Development of driving schedules for advanced vehicle assessment*, SAE Technical Paper Series N° 840360, Warrendale, PA: SAE.

EARL P (1986), *Lifestyle Economics; Consumer Behavior in a Turbulent World*. Sussex: Wheatsheaf Books.

FAIRBANKS, MAULIN and Associates (1993), Reported in «Zapped», *Autoweek*, 43(50), pp. 7.

FAIVRE D'ARCIER B, NICOLAS JP, LEE-GOSSELIN M (1995), Impact of a limited range on electric vehicle use in France: Results of a simulation game survey. *WCTR'95 Seventh World Conference on Transport Research* (July).

GIDDENS A (1991), *Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age*. Stanford, CA; Stanford University Press.

GIDDENS A (1990), *The Consequences of Modernity*. Stanford: Stanford University Press.

GIDDENS A (1984), *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. Berkeley, CA: University of California Press.

GOLOB TF, BROWNSTONE D, BUNCH DS, KITAMURA R (1995), *Forecasting Electric Vehicle Ownership and Use in the California South Coast Air Basin*. Draft Final Report. Submitted to The Southern California Edison Company.

HAMILTON WF (1983), *A Critical Review of Electric Vehicle Market Studies*, Releasable Memorandum 2446/R1, Santa Barbara, CA: General Research Corporation.

HAUTZINGER H, al. (1991), *Elektroauto und Mobilitat - Das Einsatzpotential von Electroautos*, Heilbronn, Germany: Institut fur Angewandte Verkehrsund Tourismusforshung E.V.

HU PS, YOUNG J (1992), *Summary of Travel Trends: 1990 Nationwide Personal Transportation Survey*, Washington, D.C.: Federal Highway Administration, Office of Highway Information Management.

JONES PM (1979), HATS - A technique for investigating household decisions, *Environment and Planning. A*, 11(1).

KIRCHMAN R (1993), *Report of the Electric Vehicle at-Home Refueling Survey*, Prepared for Pacific Gas and Electric Co., San Ramon CA by Original Research Customer Management Services.

KISELEWICH SJ, HAMILTON WF (1982), *Electrification of household travel by electric and hybrid vehicles*, SAE Technical Papers N° 820452. Warrendale, PA: SAE.

KURANI KS, LEE-GOSSELIN MEH (1996), Synthesis of Past Applications. Presented at the *Activity Based Forecasting Conference*. New Orleans, LA. June 2, 1996.

KURANI KS, TURRENTINE T, SPERLING D (1996), Testing electric vehicle demand in «hybrid households» using a reflexive survey. Forthcoming in *Transportation Research D*.

KURANI KS, TURRENTINE T, SPERLING D (1994a), Electric Vehicle Owners: Tests of Assumptions and Lessons on Future Behavior from 100 Electric Vehicle Owners in California. Presented at the *1994 Annual Meeting of the Transportation Research Board*. Preprint N° 940984. Washington, D.C.

KURANI K, TURRENTINE T, SPERLING D (1994b), Demand for Electric Vehicles in hybrid households: an exploratory analysis. *Transport Policy* 1(4) pp. 244-256.

LEE-GOSSELIN MEH (1995), The Scope and Potential of Interactive State Response Data Collection Methods. *Conference on Household Travel Surveys: New Concepts and Research Needs*, Irvine California.

LEE-GOSSELIN MEH (1990), The dynamics of car use patterns under different scenarios: A gaming approach, In Jones P (Ed.) *Developments in dynamic and activity -based approaches to travel analysis*, Aldershot, UK: Avebury, pp. 251-271.

MORTON A, al. (1978), *Incentives and acceptance of electric, hybrid and other alternative vehicles*, Cambridge, MA: Arthur B. Little.

NESBITT KA, KURANI KS, DELUCHI MA (1992), Home Recharging and the Household Electric Vehicle Market: A Constraints Analysis, *Transportation Research Record*, N° 1366, pp. 11-19.

NEWSWEEK (1990), *1990 buyers of new cars: A research report from Newsweek*, New York, N.Y.

POWERS JD and Associates (1993). *The Power Report - 1993 Automotive Consumer Profile Study*, Agoura Hills, CA.: JD Powers and Associates.

RUTHERFORD SG, NIEMEIER DA, KOOPERBERG C (1994), Daily travel patterns and electric vehicles: An exploratory data analysis, Forthcoming in the *Transportation Research Record*.

SCHARF V (1991), *Taking the Wheel*. New York: The Free Press.

SLOVIC P, GRIFFIN D, TVERSKY A (1990), Compatibility effects in judgment and choice. In RM Hogarth (Ed.) *Insights in decisions making: A tribute to Hillel K. Einhorn*. Chicago: University of Chicago Press. pp. 5-27.

SPERLING D (1994), *Future drive: electric vehicles and sustainable transportation*, Covelo, CA: Island Press.

TURRENTINE TS, SPERLING D, KURANI K (1992), *Market potential of electric and natural gas vehicles*, Research Report UCD-ITS-RR-92-8. Davis, CA: Institute of Transportation Studies, University of California.

TURRENTINE TS, SPERLING D (1991), *Theories of new technology purchase decisions: The case of alternative fueled vehicles*, Berkeley, CA: University of California Transportation Center Working Paper N° 129.

TURRENTINE TS, KURANI K (1995), *The market for electric vehicles: testing the hybrid household hypothesis*, Research Report UCD-ITS-RR-95-5. Davis, CA: Institute of Transportation Studies, University of California.

TVERSKY A, SATTATH S, SLOVIC P (1988), Contingent weighting in judgment and choice. *Psychological Review*. v. 95. pp. 371-84.

L'UNIVERS DE CHOIX ET LES LEVIERS DE CHANGEMENT DES COMPORTEMENTS : L'APPORT D'UNE METHODE INTERACTIVE DE SIMULATION

Odile Andan, Charles Raux
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
Université Lumière Lyon 2, ENTPE, CNRS

1. INTRODUCTION

La rareté croissante des ressources publiques ajoutée à la montée récente des préoccupations environnementales ont eu pour conséquence, ces dernières années, le passage d'une logique d'investissement à une logique de gestion des systèmes de transport. Il s'agit moins d'offrir de nouvelles infrastructures de transport que d'optimiser l'utilisation de celles qui existent déjà. Cette gestion des systèmes de transports est rendue complexe parce qu'elle fait appel à des innovations telles que les péages en zone urbaine, les restrictions d'accès à la circulation automobile, la modulation spatiale et temporelle des péages sur les autoroutes, ou encore l'introduction de nouvelles technologies telles que les véhicules à émission-zéro.

Face à ces mesures innovantes, les méthodes classiques de prévision de la demande, fondées sur les choix révélés, apparaissent mal armées. Par exemple, des mesures de péages en zone urbaine induiraient probablement de véritables bouleversements dans les habitudes de déplacement des automobilistes : il s'agit alors de prendre en compte, au-delà des impacts du prix et de la durée sur les choix en matière de déplacements, leur capacité à adapter leur schéma d'activités sur la journée ou sur la semaine, compte tenu des horaires d'application du péage.

Il importe donc de mieux comprendre quelles peuvent être les réactions des usagers à ces mesures et notamment les marges de manoeuvre dont ils disposent pour intégrer, avec plus ou moins de perturbations dans leurs habitudes, les changements qui leur sont imposés. En effet l'une des principales conclusions que l'on peut retenir des approches «schémas d'activités», développées au début des années 80, est l'importance de la délimitation de ces marges de manoeuvre que nous désignerons provisoirement sous l'expression «univers de choix» (pour une revue de ces approches, cf. Raux, Andan, 1988). Selon que cet univers de choix est restreint ou non, tel ou tel ménage ou individu sera plus ou moins vulnérable à une mesure particulière. Par exemple un ménage ayant fait le choix d'une localisation en grande banlieue se rend captif de l'automobile et risque d'être très vulnérable à une forte hausse du coût du carburant automobile ou à des restrictions d'accès au centre-ville en automobile. Ce ne sera pas le cas, au contraire, pour un ménage résidant en ville avec de bonnes alternatives de mode de déplacement.

Si l'on veut donc élaborer des stratégies susceptibles d'infléchir les comportements de mobilité dans le sens souhaité, il est crucial d'identifier ces

univers de choix et de comprendre leur mode de constitution et d'évolution. C'est à l'occasion de l'application d'une méthode interactive de «réponses déclarées» (Lee-Gosselin, 1995) dans un contexte de scénarios de péage urbain, que nous proposons d'une part de démonter les mécanismes de fonctionnement de l'univers de choix, d'autre part d'identifier certains leviers pertinents du changement des comportements.

Dans une première section nous rappellerons la définition de ce concept d'univers de choix, telle qu'elle ressort de la littérature. La deuxième section sera l'occasion de décrire rapidement la méthode développée pour expliciter par simulation cet univers de choix. Dans la troisième section, nous montrerons comment l'individu révèle son univers de choix à travers la reconstruction de son schéma d'activités dans le cadre de la simulation. Enfin la quatrième section nous permettra de jeter un nouveau regard sur l'univers de choix à la lumière des simulations effectuées.

2. LE CONCEPT D'UNIVERS DE CHOIX

L'univers de choix dans le cadre de la mobilité quotidienne est une notion qui trouve ses racines dans des courants issus de plusieurs disciplines, qu'il s'agisse de la géographie, de la sociologie, de l'économie ou de la psychologie.

Un premier groupe de travaux a permis d'introduire les contraintes encadrant la réalisation des activités quotidiennes, analysées à l'aide du concept de schéma d'activités. Le concept de schéma d'activités, développé à partir des travaux des équipes de Lund (Hagerstrand, 1970 ; Lenntorp, 1978) et d'Oxford (Jones, alii, 1983), est un objet mesurable, repérant dans l'espace et dans le temps les activités successives et les déplacements qui leur sont liés, sur une période de temps déterminée. Il articule la notion de cadre géographico-temporel qui impose des limites à la liberté d'action spatiale et temporelle des individus, et la notion d'obligations interpersonnelles qui génèrent des dépendances plus ou moins fortes entre les individus au sein de leurs organisations sociales dans la planification de leur journée.

L'observation des comportements individuels fait clairement ressortir qu'au-delà d'une certaine variabilité au quotidien, les schémas d'activités apparaissent plus ou moins structurés et marqués par un certain nombre de régularités, que l'on retrouve à travers leurs différentes composantes : activités, déplacements, localisations, rythmes temporels... Ces régularités, tout comme le jeu des contraintes spatio-temporelles et inter-personnelles montrent que l'individu dispose de marges d'action limitées. Ces marges de manoeuvre définissent son univers de choix. Celui-ci est la résultante non seulement de ces contraintes qui pèsent sur lui, mais aussi des ressources (temps, argent, mode de locomotion...) dont il bénéficie. Il peut être donc très variable d'un individu à l'autre. La liberté dont chacun dispose pour pratiquer et localiser ses activités ainsi que pour organiser ses déplacements, n'existe qu'à

l'intérieur de ce cadre. Cet univers de choix a fait l'objet de recherches sous deux aspects : celui du repérage de ses divers déterminants et celui des temporalités de son action.

A côté de données factuelles comme l'organisation géographico-temporelle des activités, la structure du ménage (nombre et âge des membres, ressources, équipement) et sa localisation résidentielle, ainsi que le rôle de l'individu dans ce ménage, interviennent des facteurs plus subjectifs pour réduire l'univers de choix (Brog, alii, 1977). Même si l'accessibilité physique existe, un individu peut considérer que tel espace ou telle activité lui sont interdits : les territoires individuels résultent de l'intersection des espaces physiquement accessibles et des espaces socialement ou psychologiquement accessibles (Tarrius, 1978), ces derniers résultant d'un processus d'apprentissage spatial (Hanson, 1979 ; Horton, 1971). L'individu s'impose aussi des règles au travers de normes explicites ou intériorisées, règles qui régissent ses relations au sein du ménage comme vis-à-vis du monde extérieur. Les comportements routiniers sont l'expression la plus classique de ce jeu des normes sur l'espace d'activités et les pratiques de déplacement.

En résumé, l'univers de choix de l'individu est formé par l'action d'un ensemble de facteurs qui affectent les divers paramètres de sa mobilité. Ces facteurs sont à la fois source de limitations mais aussi d'opportunités à l'action individuelle. Ce sont :

- l'environnement urbain essentiellement à travers la localisation spatiale des activités et l'offre en transports ;
- l'entourage social de l'individu (famille, travail et autres organisations sociales) qui délimitent les contraintes inter-personnelles ;
- les ressources économiques disponibles ;
- les attitudes et facteurs culturels ;
- les normes sociales imposées ou intériorisées.

L'ensemble de ces facteurs contribuent à délimiter le cadre d'action spatio-temporelle de l'individu en lui conférant une certaine rigidité. Cependant, le degré de rigidité de ce cadre est relatif au terme considéré : plus on s'éloigne du court terme, plus la restructuration de l'univers de choix est possible.

En effet, d'autres facteurs peuvent intervenir à moyen ou long terme pour modifier cet univers de choix et par là même certains paramètres des comportements. Certains relèvent des individus eux-mêmes, tels que l'effet du vieillissement (Kostyniuk, Kitamura, 1986), les transitions dans le cycle de vie (Bourgin, 1978 ; Clarke, Dix, 1983) ou le changement de localisation de la résidence (Andan, alii, 1984). D'autres sont liés à l'évolution de la société (Haumont, 1980), comme le changement des normes imposées, l'éclatement de la famille ou la généralisation de la motorisation. Mais ces modifications n'entraînent pas systématiquement celles des comportements dans la mesure où les individus offrent des résistances au changement dont la force est fonction de leurs habitudes,

de leurs attitudes ou des normes qu'ils ont intériorisées (Averous, Matalon, 1979). Il existe donc des segments de population plus ou moins instables.

En outre les mesures de politique des transports peuvent modifier le cadre de vie urbain et donc accélérer l'évolution des univers de choix des citadins. L'évaluation de l'impact de ces mesures implique donc de répondre à deux types de questions relatives aux univers de choix des populations visées par ces mesures :

(a) peut-on apprécier le degré de vulnérabilité au changement de tel ou tel groupe de population ? En d'autres termes il s'agit de distinguer les groupes de population qui, selon leur univers de choix, seront obligés de changer de comportement, de ceux qui pourront intégrer le changement sans bouleverser leurs habitudes ;

(b) quel est le degré de rigidité de cet univers de choix ? S'agit-il d'un cadre sur lequel l'individu n'a pas de prise ou ce dernier peut-il par sa propre action modifier son univers de choix de manière à minimiser les effets de la perturbation ?

C'est à ces questions que nous nous proposons de répondre à travers la mise en oeuvre d'une méthode de réponses déclarées dans un contexte de mesures de péage urbain. Ainsi nous montrerons, au-delà de la description statique des composants de l'univers de choix qui a été faite jusque là dans la littérature, les mécanismes de fonctionnement de ce dernier sous la pression de stimuli extérieurs.

3. UNE METHODE DE SIMULATION POUR COMPRENDRE LES ADAPTATIONS

3.1. Impliquer l'individu et l'amener à réagir

L'application de cette méthode permet, en effet, d'explorer plus en profondeur l'univers de choix des individus. Fondée sur un jeu de simulation (Raux, alii, 1994, 1995), elle consiste à confronter les personnes à des situations nouvelles dans le cadre de différents scénarios et à les amener à donner des réponses sur ce qu'ils feraient dans ces situations. Dans notre cas, il s'agit de confronter des automobilistes à des scénarios de congestion majeure ou de mise en place de péage de circulation en zone urbaine. En modifiant leurs conditions de déplacements en ville, la simulation les amène à changer leur comportement pour s'adapter. L'observation de ces changements «déclarés» nous permet de comprendre comment ces personnes décident la réorganisation de leurs déplacements.

3.1.1. Une méthode qui amène l'individu à s'exprimer

Cette observation n'est possible que si cette méthode respecte les trois conditions suivantes :

La première est de faire adhérer la personne au «jeu» à l'aide d'une mise en scène. La méthode présente suffisamment de souplesse pour permettre une

progression dans la présentation des divers types de scénarios, de façon à amener l'enquêté à accepter de se déclarer sur un sujet aussi sensible que celui du péage urbain. Ainsi dans le jeu sont présentés divers scénarios dans l'ordre suivant : le premier est celui d'une congestion croissante, le second consiste en une interdiction temporaire de circuler en voiture particulière en raison d'une alerte à la pollution ; est alors introduite une nouvelle offre en transports collectifs et les deux derniers scénarios sont des scénarios de tarification des déplacements en voiture particulière : stationnement payant généralisé, péage de circulation. Le rôle des deux premiers scénarios (congestion croissante et interdiction de circuler en voiture particulière) est double : d'une part dramatiser quelque peu l'avenir pour mettre l'enquêté en situation et rendre probables dans le futur les scénarios tarifaires proposés ; d'autre part justifier par la lutte contre la congestion et la dégradation de l'environnement, l'introduction de ces mêmes scénarios tarifaires. La nouvelle offre en transports collectifs permet de rendre acceptables ces deux derniers scénarios ;

La seconde condition est de mettre en oeuvre des pressions telles sur les modes de vie qu'elles amènent la personne à réagir. Le choix et l'ordre d'exploration des scénarios est essentiel pour amener l'individu à révéler peu à peu les éléments de son univers de choix qu'il prend en compte pour réorganiser ses déplacements. La manière de diffuser l'information relative à chaque scénario est également importante pour inciter l'enquêté à demander des détails supplémentaires et à révéler ainsi d'autres critères intervenant dans sa décision. La souplesse de la méthode de simulation nous a permis d'adapter la présentation des scénarios aux situations individuelles, afin de les mettre en condition pour réagir ;

La troisième condition est de pouvoir contrôler le réalisme des adaptations déclarées. C'est pourquoi ce jeu de simulation s'appuie sur une situation vécue, dans notre cas le schéma d'activités d'une journée réalisée par l'enquêté : l'enquêté est amené à réagir sur la base des déplacements qu'il a effectués. Par ailleurs l'enquêteur joue un rôle important en s'assurant que l'enquêté a bien compris le scénario et en validant les adaptations déclarées. Celles-ci doivent être réalistes et compatibles avec les contraintes, c'est-à-dire les contraintes spatio-temporelles internes au schéma d'activités mais aussi les contraintes inter-personnelles.

3.1.2. Les bases d'observation : l'individu, la journée

Nous avons choisi comme base d'observation l'individu et non le ménage, et comme durée d'observation une journée.

Notre démarche admet qu'un individu dispose de par son environnement, de certains domaines d'action qu'il vit d'une façon qui lui est propre et sur lesquels il s'appuie pour prendre des décisions concernant son schéma d'activités. Prendre l'individu comme base d'observation présente l'avantage d'explorer plus en profondeur les comportements en permettant de cerner la situation de chacun. Cela permet aussi de voir quels facteurs de son univers de choix l'individu prend en

compte pour s'adapter aux situations nouvelles et par là même comment fonctionne son univers de choix.

Une journée est une période de temps suffisamment courte pour que l'enquêté se rappelle aisément son emploi du temps et le rapporte avec le maximum de précision. Une journée est par ailleurs une période d'observation suffisamment longue pour explorer l'univers de choix individuel. Il est en effet assez facile de calculer les modifications apportées par chacun des scénarios successifs et de les répercuter sur l'emploi du temps de l'enquêté pour cette journée. Ainsi dans chacun des scénarios, l'enquêté réfléchit sur la base concrète d'une version déformée de son propre schéma d'activités et est en mesure de déclarer des adaptations réalistes aux diverses perturbations de ses conditions de déplacement.

Nous avons interrogé des automobilistes utilisant régulièrement la voiture dans Lyon ou Villeurbanne. Ces 16 personnes ont été recrutées en recherchant la diversité des professions et des situations dans le cycle de vie, soit 10 hommes et 6 femmes de 25 à 60 ans environ, dont 7 habitent Lyon et 9 en banlieue. Avant l'enquête proprement dite, chacun d'eux a été invité à décrire les divers composants de son schéma d'activités sur une journée. Pour chacun des déplacements qu'il a effectués, il devait ainsi indiquer l'heure de départ, le mode de transport, l'activité à destination, le lieu de destination, l'heure d'arrivée, le stationnement (type, payant ou non, le montant), s'il est ou non accompagné, la faisabilité du déplacement en transports collectifs.

3.2. Temps ou argent : comment repérer la sensibilité des individus sur ces deux plans ?

Les scénarios ont été conçus pour mesurer l'importance de deux paramètres intervenant dans l'organisation de leurs déplacements -le temps et le coût-, et les valeurs auxquelles se produisent des basculements dans cette organisation.

En ce qui concerne le temps alloué aux déplacements, quels sont les attributs de temps importants pour les individus : est-ce la durée d'un déplacement ou la fiabilité de cette durée ? Sur la journée réalisée par les enquêtés nous avons donc mis en oeuvre trois scénarios de congestion : chacun amène de manière aléatoire une augmentation de temps de parcours (+ 50 %, un doublement et enfin un triplement), selon des fréquences d'apparition de plus en plus importantes, une fois tous les quinze jours, une fois par semaine, un jour sur deux (cf. Tableau 1). Nous désirions tester les réactions des personnes à des congestions majeures qui s'exerceraient sur toute la ville-centre (Lyon et Villeurbanne) et tout au long de la journée. Dans ces scénarios, les transports collectifs sont supposés fonctionner avec les mêmes temps de parcours qu'actuellement.

Augmentation des temps de parcours	aléatoire une fois tous les quinze jours	aléatoire une fois par semaine	aléatoire un jour sur deux
+ 50 %	1	2	3
+ 100 %	4	5	6
+ 200 %	7	8	9

Tableau 1 : Ordre d'exploration des scénarios de congestion

En ce qui concerne l'argent alloué aux déplacements, quel poids lui accordent les individus ? Il s'agit de mesurer, dans notre cas, le jeu combiné du prix et du temps dans la réorganisation des activités. Nous avons élaboré un ensemble de scénarios de péage combinant périodes de fonctionnement et niveaux de prix (cf. Tableau 2). C'est pourquoi les heures de fonctionnement sont conçues pour couvrir selon le cas, la pointe du matin, celle du matin et du soir ou l'ensemble du trafic diurne. Le péage proposé est un péage horaire de circulation appliqué à toute la voirie urbaine de la ville-centre. Il présente deux aspects nouveaux : il concerne une voirie existante utilisée jusqu'alors gratuitement et la base de son paiement est un forfait horaire et non à la distance. En outre une nouvelle offre de transports en commun en site propre est supposée exister comme alternative acceptable à la voiture.

Fonctionnement/Prix	5F/heure	10F/heure	15F/heure	20F/heure
de 6h à 9h30	non testé	1	2	3
de 6h à 9h30 et de 16h à 19h	4	5	6	7
de 6h à 19h	8	9	10	non testé

Tableau 2 : Ordre d'exploration des scénarios de péage

Tous ces scénarios ont en commun de fonctionner sur le même principe, celui de la variation du niveau de contrainte sur l'usage de la voiture. Ce principe a été adopté afin d'être en mesure d'estimer le degré de résistance des individus à ces pressions et de situer le point de rupture éventuel au delà duquel ils changent de mode de transport.

Lors de l'entretien, l'enquêteur présente à chaque enquêté une nouvelle version déformée de l'emploi du temps de sa journée, pour chacun des scénarios. Les déformations ne s'appliquent que sur ses déplacements qui ont pour origine ou destination Lyon et Villeurbanne et qui ont été réalisés dans les créneaux horaires soumis aux contraintes des scénarios. Les effets de la congestion sont traduits pour chacun de ces trajets en heures d'arrivée de plus en plus tardives. Ceux des scénarios de péage sont exprimés sous forme d'une somme à acquitter pour l'ensemble de la journée d'enquête.

4. LES PROCESSUS D'ADAPTATION REVELES A TRAVERS LA RECONSTRUCTION DU SCHEMA D'ACTIVITE

La succession de scénarios de nature et d'intensité différentes a l'avantage d'opérer tour à tour et sélectivement sur les divers éléments du schéma d'activité. L'enquêté est amené à reconstruire plus ou moins largement son schéma d'activités, pour intégrer les conséquences des perturbations. C'est ce jeu de reconstruction qui permet de voir comment s'élaborent les processus d'adaptation individuels et de connaître les marges de manoeuvre dont chacun dispose pour répondre à ces pressions.

Ces processus d'adaptation apparaissent articulés autour de trois points : l'assimilation par l'enquêté de la pression subie, la sélection des composants de son schéma d'activité qu'il tient à sauvegarder et les moyens qu'il met en oeuvre pour y parvenir.

4.1. L'assimilation de la pression

Elle correspond au travail de compréhension et d'appropriation des modifications induites par les divers scénarios. L'enquêté cherche à saisir le sens qu'elles prennent dans son cas et à en apprécier les conséquences sur l'organisation de son schéma d'activités. Il convertit donc ces modifications, initialement exprimées de la même manière pour tous, en difficultés adaptées à son propre cas.

La congestion

En général, les temps supplémentaires passés dans les transports ne sont pas estimés par le répondant sur la base de l'ensemble du temps passé en voiture dans la journée, mais plutôt sur celle d'une des composantes de la journée d'enquête. Cette composante peut être soit :

la durée d'un déplacement dont l'allongement peut être perçu comme une dégradation de l'accessibilité ;

l'horaire d'une activité à destination : le supplément de temps passé dans le transport s'évalue comme un retard par rapport à l'horaire de début d'une activité qui lui est imposé et sur lequel il n'a pas de prise. L'activité concernée relève le plus souvent du domaine professionnel -travail ou déplacement professionnel-, plus rarement du domaine extra-professionnel-formation ou accompagnement par exemple ;

la durée d'une activité à destination : le temps supplémentaire de transport est ressenti comme empiétant sur la durée de l'activité à destination. Ce peut être naturellement le travail, mais aussi d'autres activités comme des achats ou le temps passé au domicile lors du retour de midi ;

l'ordonnancement des activités qui peut être remis en cause par cette pénalité : en effet la perte de temps peut entraîner un chevauchement entre deux activités qui se succèdent, rendant difficile la réalisation du schéma d'activités sans arrangement spécifique.

Le péage

Son évaluation donne lieu à des exercices plus ou moins complexes selon les enquêtés. Le montant de la somme proposée par le meneur de jeu est assez rarement accepté sans être discuté. La plupart des enquêtés le recalculent sur de nouvelles bases. Certains le recalculent sur une autre période de temps, le mois ou la semaine, en se fixant une limite à ne pas dépasser. D'autres cherchent à évaluer la dépense en fonction des situations dans lesquelles ils se trouvent :

le péage sera accepté seulement pour la journée d'enquête, dans la mesure où ce jour là des horaires de retour trop tardifs pour être compatibles avec le recours aux transports collectifs nécessitent l'usage de la voiture ;

le péage ne sera consenti que pour une seule et unique des activités de la journée d'enquête, dans la mesure où elle représente un cas particulier, comme suivre un cours ou faire un achat exceptionnel.

Le péage est en effet perçu plus acceptable quand il concerne des activités plus libres que le travail et qui ont au plus une fréquence hebdomadaire. Cependant il peut être accepté dans le cadre professionnel, dans le cas des rendez-vous d'affaires, à condition d'être pris en charge par l'entreprise.

L'assimilation de ces pressions fait ressortir les interdépendances entre les déplacements et les autres composants des schémas d'activité : la nature des activités, leurs horaires, leur durées, leurs fréquences, l'organisation temporelle de la journée. Cette assimilation met en évidence le jeu d'autres paramètres qui conditionnent le choix du mode et qui sont en lien avec la vie professionnelle (remboursement du péage), l'offre de transport (dont les insuffisances peuvent imposer l'usage de la voiture) ou les ressources en argent (on paie pour une activité dont la faible fréquence n'induit pas une grosse dépense).

4.2. La sélection des priorités du schéma d'activité

Confronté aux diverses modifications de ses conditions de déplacement, l'individu prend progressivement conscience que tous les composants de son schéma d'activité n'ont pas pour lui la même importance. Ces priorités se dégagent peu à peu au fur et à mesure que le niveau de pénalité augmente. L'enquêté opère alors explicitement ou implicitement une sélection parmi les composants de son schéma d'activités. Certains vont être conservés à tout prix, un retour au domicile par exemple ou encore la pratique de telle ou telle activité. D'autres composants peuvent être modifiés tels que la durée d'une activité ou un horaire de départ, d'autres peuvent être supprimés comme un déplacement auquel le téléphone est substitué. Ces derniers vont ainsi servir de réserves pour libérer du temps ou ne pas alourdir les dépenses.

L'analyse de ce processus de sélection permet de faire ressortir le noyau dur des comportements. C'est autour de ces noyaux durs ou «objectifs» que les individus reconstruisent leur schéma d'activités. Certains individus peuvent rester attachés aux mêmes objectifs face aux pressions du temps et de l'argent. Cet objectif peut être par exemple de garder la liberté de mouvement pour pouvoir rentrer le midi chez soi ou pour concilier activité professionnelle et activités consacrées aux enfants.

Chez d'autres individus, le changement d'objectif traduit des préoccupations qui varient en fonction de la nature de la pression exercée. Ces objectifs peuvent consister :

dans les scénarios de congestion, à ne pas gaspiller de temps dans les déplacements pour gérer à la fois des contraintes liées à la famille et celles liées à la vie professionnelle ;

dans les scénarios de péage, à ne pas alourdir par des dépenses supplémentaires de transport un budget familial déjà fragile, ou à refuser par principe de payer pour circuler en voiture en ville.

Quels que soient les objectifs fixés, l'usage de la voiture est perçu par les enquêtés comme indispensable pour les préserver, en raison de la souplesse de son utilisation et du gain de temps qu'elle autorise par rapport aux transports collectifs.

4.3. Des adaptations pour faire baisser la pression

Au fil des scénarios, la personne va donc chercher à garder coûte que coûte l'usage de la voiture pour faire ces déplacements ou activités qu'elle a considérés comme prioritaires au sein de son schéma d'activité. Son schéma est ainsi décomposé entre une partie fixe correspondant à ces priorités et les autres composants qui pourront subir plus ou moins largement des transformations pour faire baisser la pression des scénarios. Pour opérer ces transformations, l'individu révèle peu à peu les moyens qui lui permettent d'opérer les adaptations nécessaires, mais également les limites qu'il ne peut dépasser.

4.3.1. Les types d'adaptation et les moyens qui les autorisent

Le décalage dans le temps de l'heure du déplacement consiste le plus souvent à partir plus tôt pour arriver à l'heure ou à rentrer plus tard chez soi pour compenser le retard du matin du à l'augmentation du temps de trajet. Ces décalages ne sont jamais ici de grande amplitude, toujours inférieurs à l'heure. Toutefois il faut que l'individu concerné ait des horaires souples d'arrivée au travail ou de retour au domicile. Plus rarement, il s'agit d'une révision significative des horaires de travail visant à sortir des créneaux où s'exerce la pression de la congestion ou du péage. Elle relève alors d'un pouvoir de négociation de l'enquêté avec son employeur et ses autres collègues et ne peut être envisagée dans l'immédiat.

La suppression d'une activité peut concerner un accompagnement, un déplacement professionnel, des achats ou même des affaires personnelles. Elle n'exige pas les mêmes moyens selon la nature de l'activité concernée :

quand il s'agit du retour à midi, d'achats ou de démarches, la suppression n'engage le plus souvent que l'individu et suppose que celui-ci dispose ce jour là de son libre arbitre en ce qui concerne ces activités ;

quand il s'agit d'accompagnements ou de déplacements professionnels, elle implique généralement une autre personne que l'enquêté. Dans le cas des accompagnements, il y a encore lieu de distinguer deux cas. La suppression d'accompagnement d'adultes -conjoint ou collègues- n'est possible que si ceux-ci peuvent s'organiser autrement pour se déplacer. La suppression d'accompagnement d'enfants non autonomes n'est réalisable que si l'enquêté peut confier cette charge à son conjoint ou d'autres adultes, donc qu'il y ait accord et disponibilité de leur part. Quant aux déplacements professionnels, le téléphone peut provisoirement et dans certains cas être un substitut au déplacement.

La réorganisation de certaines activités, se fait par le biais, soit du regroupement sur une partie de la journée, soit de l'ordonnancement horaire. Elle touche essentiellement le domaine du travail -les rendez-vous professionnels-, mais aussi d'autres activités comme les affaires personnelles ou les achats. Cette action n'est possible que si l'enquêté peut s'arranger avec les interlocuteurs extérieurs à l'entreprise ou l'entourage proche et, dans certains cas, au prix d'une planification sur plusieurs jours.

Le transfert modal à partir de la voiture se fait principalement sur les transports collectifs, plus rarement sur un mode individuel (moto ou vélo) et peut être total ou partiel. Il faut pour cela que l'enquêté ait facilement accès pour ses déplacements à une bonne desserte en transports collectifs ou qu'il ait à sa disposition un autre mode de transport personnel que la voiture.

Le paiement du péage nécessite quelques ressources financières encore disponibles au sein du ménage ou à défaut de nouveaux arbitrages dans les dépenses du ménage, et que l'enquêté n'ait pas une attitude de principe hostile au péage urbain. Mais la somme exigée peut aussi être acquittée de façon plus ou moins indolore selon que la personne bénéficie d'une possibilité de remboursement sur ses frais professionnels ou qu'elle peut s'arranger avec son entourage pour partager les frais de la voiture en l'utilisant à plusieurs.

Le changement de lieu d'activité ne peut être effectué que si l'activité est peu contrainte en termes de localisation, comme les achats, et que la personne ait le choix entre plusieurs lieux de destination.

La délocalisation du travail ou de la résidence est une solution tout à fait différente des autres en ce sens qu'elle n'intervient plus sur le court terme mais sur le moyen terme où, changeant les données de base, elle remodèle drastiquement

l'univers de choix. L'enquêté ne peut l'envisager que s'il dispose d'un certain pouvoir de décision, en vertu de sa position au sein du ménage.

Ce bref recensement des types de changements montre la grande complexité des liens qui unissent les multiples composants du schéma d'activités de chacun (activités, déplacements et leurs attributs tels que horaires, durée, localisation...) et les moyens dont dispose l'individu au sein de son univers de choix. Ces moyens relèvent de divers types de déterminants de l'univers de choix individuel. Certains déterminants liés à l'individu sont d'ordre familial (pouvoir de négociation au sein du ménage par exemple), socio-économique (ressources financières) ou psychologique (mode de vie, norme intériorisée telle que le principe de gratuité du droit de circuler en voiture en ville). D'autres sont liés aux qualités de l'environnement urbain (offre de transport, localisation et rythmes de fonctionnement des équipements où l'individu pratique ses activités) et de l'environnement social (possibilité d'entente entre voisins).

4.3.2. Les tactiques d'adaptation

Mais tous les individus ne disposent pas des mêmes moyens pour s'adapter aux divers changements de leurs conditions de déplacement. La variété et l'importance de ces moyens sont plus ou moins largement révélés par les individus, selon les tactiques qu'ils adoptent pour faire face au type et au degré de la pression. Nous avons classé ces tactiques en cinq groupes selon qu'elles sont plus ou moins porteuses d'informations.

Les deux premières tactiques laissent apparaître une bonne connaissance et une maîtrise des moyens à disposition.

L'«essai» consiste pour l'individu à trouver, pour tout scénario nouveau, dans l'éventail de ses adaptations possibles, celle qui est la mieux adaptée au type et à l'importance de la pression du scénario : il y a réévaluation complète de la situation à chaque évolution du contexte, donc utilisation alternative des adaptations au fil des scénarios et non cumul.

Le «cumul» consiste pour l'enquêté à faire front à la montée des pressions temporelles ou financières, en additionnant peu à peu les solutions qu'il a à sa disposition. Ce qui différencie cette tactique de la précédente est que l'enquêté ne remet pas en cause les adaptations qu'il a choisies précédemment mais se contente d'en rajouter de nouvelles.

Les deux tactiques suivantes informent peu sur les éventuelles contraintes entraînant une réaction à partir d'un certain seuil.

La tactique «passive» se manifeste soit par une forme d'hésitation entre deux solutions soit par une sorte de passivité amenant l'enquêté à dicter une conduite un peu au fil du hasard, exempte de vrai calcul. L'enquêté semble pris par la même idée sans chercher à intégrer les nouveaux éléments du jeu.

La tactique «systématique» correspond à l'adoption d'un ensemble plus ou moins important de mesures dont la personne va se servir invariablement quelle que soit la nature de la pression. De plus ces personnes agissent comme si elles s'étaient fixé une certaine limite en temps ou en argent à ne pas dépasser. Seul le seuil importe et quand celui-ci est atteint, se déclenche assez brutalement le même genre de réaction, comme le transfert vers les transports collectifs.

Enfin le blocage ne s'observe que dans les scénarios de péage. Il s'exprime soit par une réponse ex abrupto qui n'intègre aucunement les conséquences que peuvent avoir pour l'enquêté les perturbations apportées, soit par un refus catégorique de participer au jeu. Cette attitude révèle que le péage est perçu comme une menace suffisamment forte pour provoquer ce genre de traumatisme.

5. L'UNIVERS DE CHOIX REVISITE A LA LUMIERE DE L'EXPERIMENTATION

5.1. L'univers de choix est singulièrement flexible

5.1.1. Le jeu complexe des composants du schéma d'activités

Le schéma d'activités est reconstruit de manière à se conformer aux objectifs révélés par le processus d'adaptation au cours de la simulation. En fonction de ces objectifs, les composants des schémas d'activité sont d'importance inégale. Ces composants, pour la plupart, structurent à première vue le schéma d'activités par leurs contraintes de localisation ou d'horaires, qu'il s'agisse des déplacements domicile-travail, des accompagnements ou des rendez-vous d'affaire. Mais la diversité de leurs caractéristiques se révèle au cours de la simulation : certains composants vont continuer à structurer effectivement le schéma d'activités, jouant le rôle de pivots, tandis que d'autres, plus souples, vont servir de réserves pour aider à résister ou même à échapper aux pressions.

Au titre des composants jouant le rôle de pivots, on trouve par exemple les rendez-vous d'affaire ou déplacements professionnels : ceux-ci peuvent être redistribués dans l'espace (nouveau lieu de rendez-vous par exemple) ou dans le temps, selon le pouvoir de la personne enquêtée relativement à ses interlocuteurs. Cette réorganisation intervient essentiellement dans le cas de la congestion afin de minimiser le temps perdu dans les déplacements, quand la rareté du temps s'impose à tous les automobilistes sans distinction. Par contre dans le cas des scénarios de péage, la réorganisation des activités professionnelles apparaît plus rare : ceux qui déclarent pouvoir imputer le péage sur leurs frais professionnels ne changeront rien à leur programme, tandis que pour les autres la nouvelle offre en transports collectifs est la solution qui permet d'effectuer le même programme professionnel sans avoir à acquitter le péage.

Au titre des composants jouant le rôle de réserves, il s'agira de réserves potentielles de temps-durée, activées par annulation d'un accompagnement ou d'un retour au domicile par exemple ; ces annulations permettent de dégager du temps pour pallier les retards dus à la congestion. Dans le cas des scénarios de péage, la réserve apparaîtra sous forme d'une source d'économie activée par le décalage horaire d'activités ou par l'annulation d'un déplacement, permettant d'échapper aux péages d'heure de pointe.

Comme on le voit, la nature même d'une activité, qu'il s'agisse du travail, d'un accompagnement ou de loisirs, ne suffit pas à la définir comme un pivot ou une réserve dans le schéma d'activités. Les caractéristiques de son insertion dans le schéma d'activités -horaires, durée, activité qui implique ou non d'autres personnes que l'enquêté, transférabilité sur d'autres personnes, localisation- contribueront également à définir le rôle qu'elle jouera dans la réorganisation du schéma d'activités.

De plus, les exemples précédents montrent qu'une même activité peut jouer, au fil des scénarios, le rôle de pivot ou celui de réserve. Cette variabilité des rôles correspond à celle des objectifs qui, on l'a vu, peuvent changer selon les scénarios pour un même individu.

Enfin la réponse individuelle est dépendante du jeu combiné des composants qui articulent le schéma d'activités ce jour-là. Une sorte de compensation se produit entre eux, selon qu'ils jouent le rôle de réserve ou de pivot. Le schéma d'activités est ainsi un ensemble solidaire qui réunit ses divers composants, activités et modes de transport.

5.1.2. Le temps n'est certes pas un bien stockable mais il est réallouable

Le principe directeur de nos automobilistes enquêtés est de conserver leur mode de vie fondé sur le véhicule particulier, dont les traits dominants sont souplesse et autonomie. Ce principe directeur explique tout à fait le type d'adaptation rencontré sur les différents scénarios. Il s'agit en premier lieu de réorganisations temporelles, pour échapper dans un cas à la congestion, dans l'autre au péage, quand ce dernier ne fonctionne qu'à certaines heures de la journée. Quand les contraintes se resserrent trop, quand le péage fonctionne en continu, ou encore quand les horaires ne peuvent plus être adaptés, il reste une solution : réorganiser son schéma d'activités en annulant des déplacements, ce qui permet parfois de conserver l'usage de la voiture. Et quand l'automobiliste n'accepte plus de payer, alors la dernière solution est de basculer sur les transports collectifs.

Ce qui est surprenant -mais est-ce généralisable ?- C'est la relativement grande capacité d'adaptation temporelle de nos enquêtés. Cette capacité devrait être vérifiée sur une échelle statistique plus large, et, comme le montre notre enquête, en ne se contentant pas d'interroger les personnes sur le degré de souplesse de leur emploi du temps : nous avons montré comment le jeu du changement de rôle des

composants du schéma d'activités tend à bouleverser complètement l'image que peut donner l'enquêté de ses propres contraintes à travers un questionnaire ex ante.

En outre le temps est un bien qui permet par sa réallocation d'échapper à des pressions trop fortes sur une ressource non temporelle, comme le revenu dans le cas du péage.

Enfin, à travers les tactiques mises en place, les enquêtés peuvent exprimer une plus ou moins grande résistance aux pressions. En résistant, ils révèlent les possibles échappatoires aux pressions et par la même les faiblesses ou non de ces dernières. Ce repérage des faiblesses peut aider à évaluer les qualités des mesures à prendre.

5.2. Peut-on apprécier le degré de vulnérabilité des univers de choix individuels ?

5.2.1. L'effet des prix : un rapport complexe aux coûts des déplacements

Indépendamment des types de péage, les premiers changements qu'apportent les enquêtés à l'organisation de leur journée de travail apparaissent assez vite : certains réagissent dès un coût additionnel de 5 FF par jour et, à partir de 20 FF par jour, tous sans exception ont procédé à une première adaptation. Par comparaison le prix du litre d'essence se situait à environ 5,50 FF.

Cependant, si l'on considère les adaptations «extra-ordinaires», tels que le transfert des déplacements sur les transports collectifs pour ceux qui ne les utilisaient pas ou les changements de localisation d'activités, il apparaît une résistance assez élevée à la pression des prix : si pour certains, ces changements «extra-ordinaires» se font jour dès un coût additionnel de 10 FF par jour, pour la plupart c'est à un seuil de 20 FF ou plus. Alors que dans notre échantillon les premiers changements apparaissent au seuil moyen de 10 FF par jour, pour les changements «extra-ordinaires» la moyenne du seuil de basculement se situe un peu au-dessous des 20 FF par jour.

Cette résistance au prix de la préférence pour l'automobile peut s'expliquer par les calculs de coût effectués par les personnes au cours de la simulation : pour une moitié des personnes interrogées, le péage est perçu comme une pénalité à laquelle ils essaient d'échapper, sans remettre en cause l'usage de la voiture ; seule l'autre moitié va réexaminer cet usage, en intégrant les autres coûts et avantages de la voiture (essence, temps gagné, amortissement) et en les comparant parfois aux caractéristiques en prix et temps de parcours des transports collectifs.

En outre ce rapport au prix se complexifie, si l'on tient compte du fait que les enquêtés réagissent différemment au prix selon la nature de l'activité concernée et son contexte. Certains déclarent payer plus cher pour des activités libres ou exceptionnelles, ou se déroulant en des lieux ou heures où les transports collectifs

sont indisponibles (cas d'une visite le soir au retour du travail, sans repasser par le domicile).

Cette quasi-absence de comparaison des coûts d'usage de la voiture à ceux des transports collectifs est-elle uniquement à attribuer à la procédure d'enquête ? En effet celle-ci ne permettrait pas aux enquêtés le recul nécessaire pour une meilleure évaluation des conséquences de leurs choix. Nous serions volontiers portés à croire que cette absence relève aussi d'un refus implicite de calculer. Ce refus pourrait être motivé par des attitudes très négatives vis-à-vis des transports collectifs et à l'inverse très positives vis-à-vis de la voiture. Ainsi focalisés sur les images positives de la voiture, les choix se font essentiellement sur la base des avantages apportés par celle-ci. Ces derniers pèsent qualitativement bien trop lourd pour envisager de comparer les coûts de la voiture particulière à ceux des transports collectifs.

Cette complexité du rapport au coût des déplacements, conjuguée aux diverses formes de réorganisations temporelles des schémas d'activité, explique que le revenu disponible pour la personne ou son ménage joue, dans la simulation, un rôle plus limité qu'il n'est généralement admis : ce dernier apparaît en tout cas moindre que le pouvoir de négociation de l'individu, d'une part dans l'organisation de ses activités avec son entourage privé ou professionnel, d'autre part dans l'imputation de ses frais professionnels. Ce degré de pouvoir acquis par l'individu apparaît en soi comme une ressource fondamentale.

5.2.2. L'efficacité des pressions : une combinatoire de prix et de temps

Le jeu combiné des réserves et pivots du schéma d'activités permet ainsi d'expliquer les efficacités potentielles des diverses combinaisons d'effet-prix et d'effet-temps, dans les deux dimensions de la durée et de l'organisation.

C'est surtout la faculté de réorganisation temporelle du schéma d'activité qui apparaît comme le composant le plus riche de potentialités d'adaptation face aux pressions. A contrario l'aléa dans les durées des déplacements est un facteur fortement perturbant dans la planification du schéma d'activités, ainsi qu'il est apparu dans les scénarios de congestion. C'est cette caractéristique qui rend les scénarios de congestion aléatoire insupportables et provoque des changements majeurs dans les comportements, alors qu'une congestion attendue peut être plus facilement intégrée dans l'organisation du schéma d'activités, par décalage planifié des horaires. C'est pourquoi aussi la garantie des temps de parcours apparaît comme un facteur important de confort, aussi bien pour les usagers des transports collectifs que pour ceux des voiries urbaines à péage.

C'est aussi cette faculté de réorganisation temporelle qui permet d'échapper au péage quand il ne fonctionne qu'à certaines heures ou du moins d'en minimiser les effets en diminuant le nombre de déplacements touchés par cette mesure.

Par contre cette faculté devient caduque quand la contrainte s'applique sur l'ensemble de la journée, comme c'est le cas pour le péage en continu sur toute la journée. Il est plus efficace, du point de vue de la réduction des déplacements en voiture, qu'un péage limité aux premières heures de la matinée, à tarif horaire égal : le premier interdit l'usage d'un certain nombre d'adaptations, comme le décalage horaire ou la simple réorganisation des activités autour de l'usage maintenu de la voiture.

6. CONCLUSION

L'exploration des univers de choix à travers cette simulation amène donc à jeter un nouveau regard sur la mesure des contraintes qui pèsent sur les choix des individus. L'énumération des activités considérées traditionnellement comme contraintes en horaires et en lieux, comme le travail ou les accompagnements, ne suffit pas. En effet l'accentuation des pressions sur les schémas d'activités peut amener à bouleverser complètement l'image que donnent à priori les enquêtés des contraintes qui pèsent sur leurs activités. C'est là le premier intérêt de la mise en oeuvre d'une telle méthode expérimentale de simulation à travers la déformation des univers de choix des automobilistes.

En effet, l'univers de choix n'est pas aussi rigide sur le court terme qu'on pourrait le penser. L'individu soumis à de fortes pressions peut significativement en modifier la configuration. Par sa propre action, il peut transformer une contrainte apparente en une réserve de temps disponible, par exemple l'annulation d'une activité d'accompagnement, pour maintenir une autre activité ou réorganiser son schéma d'activité de manière à alléger les pressions imposées. Cette flexibilité se révèle de manière relativement inattendue au fil de l'accentuation des pressions.

Cette flexibilité inattendue s'explique par le fait que si le temps n'est pas un bien stockable ce peut être un bien réallouable dans la planification du schéma d'activités. Cette possibilité de réallocation a une importance au moins aussi grande que les ressources financières, en venant les compléter, dans le processus d'adaptation à des scénarios de tarification de la circulation.

Le degré de vulnérabilité des individus au changement est directement relié à leur capacité de réorganisation du schéma d'activité, en addition avec les autres ressources de leur univers de choix. C'est ainsi que le pouvoir de négociation dont l'individu dispose vis-à-vis de son entourage social, familial ou professionnel, pour la réorganisation de ses activités ou les frais de ses déplacements, constitue un facteur essentiel dans les processus d'adaptation à de nouvelles politiques de transport visant l'usage de la voiture.

Toutefois cet exemple de simulation montre que l'univers de choix n'est jamais complètement décrit. La simulation ne fait que provoquer l'activation de certaines ressources, comme la réallocation du temps ou des ressources financières : ces ressources ne sont activées par l'individu que dans un contexte

donné et à la demande. Par ce biais l'univers de choix n'est donc que partiellement éclairé, sans que l'on puisse d'emblée en spécifier tous les contours.

Ainsi cet exemple de simulation montre comment une méthode de réponses déclarées permet, en explorant les univers de choix et leur fonctionnement :

- de faire apparaître les échappatoires possibles à telle ou telle mesure de politique de transport et ainsi d'en évaluer l'efficacité par rapport au but recherché ;
- d'identifier a contrario des mesures pouvant aboutir à des situations de blocage complet et donc à des rejets sur le plan de leur acceptabilité si elles ne sont pas accompagnées de mesures compensatoires.

Ce genre de méthode permet donc de tester des ensembles de mesures pour leur évaluation et de désigner ainsi ceux les plus susceptibles d'obtenir les changements de comportement recherchés.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Martin LEE-GOSSELIN (Université Laval) et Bruno FAIVRE D'ARCIER (INRETS) pour les commentaires très utiles qu'ils ont fait au cours de la révision de cet article, dont le contenu n'engage bien sûr que nous-mêmes. La recherche dont il est fait état ici a été partiellement financée par une aide du Ministère des Transports (DRAST, PREDIT, N° 92.0013).

BIBLIOGRAPHIE

ANDAN O, ASKEVIS F, CURRAT C, MATALON B, POITEVINEAU J, REICHMAN S, SALOMON I (1984), *Mobilité et espace urbain. Etude longitudinale des comportements de mobilité en fonction d'un changement de résidence*, rapport pour la Mission de la Recherche du Ministère des Transports, Laboratoire Analyse de l'Espace, Paris, 200 p. et annexes.

AVEROUS B, MATALON B (1979), *Recherche sur la mobilité des personnes en zone urbaine. Exploitation de l'enquête Dijon.* Motorisation et usage individuel de la voiture, IRT, Arcueil, rapport N° 38, Tome II, 53 p. et annexe.

BOURGIN C (1978), *Les évolutions dans l'usage des modes de transports - Influence des moments de transition dans le cycle de vie*, IRT, Arcueil, rapport N° 36, 38 p.

BROG W, HEUWINKEL D, NEUMANN K (1977), Motifs psychologiques qui guident les usagers in *Rapport pour la 34ème table ronde*, CEMT, Paris.

CLARKE M, DIX MC (1983), Stage in lifecycle - A classificatory variable with useful properties, in *Recent advances in travel demand analysis*, CARPENTER S, JONES P (Eds.), Gower, pp. 215-231.

HAGERSTRAND T (1970), What about people in regional science? in *Papers and Proceedings of the RSA*, Volume 24, pp. 7-24.

HANSON S (1979), Urban travel linkages: a review, in *Behavioral travel modelling*, HENSHER DA, STOPHER PR (Eds.), Croom Helm, London, pp. 81-100.

HAUMONT A (1980), Social structure, employment and everday mobility, in *Proceedings of the conference «Social aspects of transport: how to use social research in transport policy making»*, West Dean (GB).

HORTON FE (1971), Effects of urban spatial structure on individual behavior, *Economic Geography*,.

JONES PM, DIX MC, CLARKE MI, HEGGIE IG (1983), *Understanding travel behaviour*, Oxford Studies of Transport, Gower, Aldershot, England, 241 p. et annexes.

KOSTYNIUK LP, KITAMURA R (1986), Household lifecycle: predictor of travel expenditure, in *Behavioural Research for Transport Policy*, Ministry of Transport and Public Works (Eds.), pp. 343-62, VNU Science Press, Utrecht, The Netherlands.

KROES EP, SHELDON J (1988), Stated Preference Methods. An Introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume XXII, N° 1.

LEE-GOSSELIN M (1996), The Scope and Potential of Interactive Stated Response Data Collection Methods. *Transportation Research Board Proceedings* (forthcoming).

LENNTORP B (1978), Les déplacements considérés comme une part de la vie : un cadre conceptuel pour l'analyse de la distinction des possibilités de déplacement au sein d'une population, in *Actes de la conférence internationale sur la mobilité dans la vie urbaine*, IRT, Arcueil, 28-30 septembre, pp. 153-172.

POLAK J, JONES P (1991), Assessing traveller responses to road pricing options. *Proceedings of the 6th International Conference on Travel Behaviour*, Château Bonne-Entente, Québec, May 1991.

RAUX C, ANDAN O (1988), *Les analyses des comportements de mobilité individuelle quotidienne, une synthèse bibliographique*. Rapport pour le SERT, LET, Lyon.

RAUX C, ANDAN O, GODINOT C (1994), The simulation of behaviour in a non-experienced future: the case of urban road-pricing, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, 13-16 Juin 1994, Santiago, Chili.

RAUX C, ANDAN O, FAIVRE D'ARCIER B, GODINOT C (1995), *Les réactions au péage urbain. Enquête exploratoire*. Etudes et Recherches, Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon, 163 p.

TARRIUS A (1978), Organisations sociales, structures urbaines et mobilité, in *Actes de la conférence internationale sur la mobilité dans la vie urbaine*, IRT, Arcueil, 28-30 septembre, pp. 51-54.

USING COMPUTER-AIDED INTERACTIVE SURVEYS TO EXPLORE CHOICE SETS AND DECISION PROCESSES

Peter Jones
Transport Studies Group
University of Westminster, London

1. INTRODUCTION

Contrary to what might have been expected at first glance, on closer examination the majority of the studies into traveller preferences and behaviour using stated preference and stated intention techniques (hereafter referred to as 'SP') have contributed relatively little to our understanding of choice set formation and decision processes. This is because such matters have either been pre-specified as part of the experimental design, or have been assumed in the subsequent analysis.

This is not to criticise these studies, which have had their own specific objectives to meet, that in the main have involved studying the outcomes of decision processes, rather than the processes themselves. They were interested either in preference structures (to assist with product design) or in likely changes in behaviour arising from the introduction of these products. But this does suggest that different kinds of procedure other than 'conventional SP' may need to be used if the factors underlying decision processes are to be better understood.

In the last few years, with the advent of computer-based personal interviewing, several travel simulation procedures have been developed which are less prescriptive in the way in which options are presented to respondents, and provide respondents with a degree of choice in what they consider. Such procedures begin to open up possibilities for developing techniques that might be used explicitly to explore choice set formation and decision processes.

For example, a series of route choice travel simulators have been developed at the University of Leeds (IGOR, VLADIMIR, TRAVSIM), which have investigated how drivers have responded to various kinds of information when travelling through an artificial network (Bonsall and Parry, 1990; Firmin, 1995). Such studies have both investigated which forms of information are taken into account or ignored, and have provided in some cases insights into the route choice decision processes themselves.

This paper first discusses in more depth (Section 2) some of the limitations of conventional SP surveys as tools for investigating choice sets and decision processes. In the remainder of the paper two examples are given of computer-based interactive surveys that allow respondents a degree of control over the kinds of information they receive and how they respond to it.

Section 3 describes one study which looked at pre-trip choice set formation in terms of an information search process. The next two sections outline the 'INSIGHT' computer-based travel simulation which has recently been developed at the University of Westminster to investigate the effects of information provision, both pre-trip and on route, for journeys made into the city of Southampton. Section 4 describes the structure of the simulation, while section 5 presents some of the findings from this and related surveys. Finally, in section 6, some issues for further investigation and possible ways forward are outlined.

2. LIMITATIONS OF TRADITIONAL SP STUDIES FOR EXPLORING CHOICE SET FORMATION AND DECISION PROCESSES

A typical SP study, which might be designed to explore traveller responses to road pricing or to a new light rail scheme, will be interested primarily in predicting the behavioural changes that result from such a measure. As a consequence of the way in which the application is designed, the methodology will largely pre-determine issues of choice set formation and decision processes, in several ways.

First, it is common practice to fully specify the choice set as part of the experimental design, and to reinforce this by asking respondents to ignore any factors which have not been included in that design. Thus, either using cards or on a computer screen, respondents are given a full set of information (travel times, costs, etc) about each of the set of options that they are asked to consider: the exercise is a closed system, with no scope for the respondent to create his/her own choice set.

Second, the decision making process in the SP experiment is heavily constrained, by the way in which respondents are asked to display their reactions to the options they have been shown. Usually the decision process is elicited in terms of a specific task, by asking respondents to state preferences or responses through ranking, rating or making pairwise selections from the pre-specified choice set.

Where respondents exhibit behaviour that is not 'rational' within the confines of the exercise, then their responses are excluded from the analysis, on the basis that they have not understood the exercise, or are not 'playing the game'. For example, respondents who exhibit lexicographic responses (i.e people who choose only on the basis of minimising or maximising the values of one attribute, such as cost, and ignore travel time, etc). In certain situations, it is also possible that valuable information is being discarded here about the ways in which certain respondents do actually make decisions.

Once the survey data has been collected and coded, further assumptions are made about the structure of the decision making process during the analysis. In the simplest cases, it is assumed that the underlying utility function is linear and additive, and that the choices are compensatory (i.e. improvements in one attribute will compensate for deteriorations in another). These are strong simplifying assumptions.

SP studies set up in this way tell us relatively little about the issues of choice set formation and decision processes - though this is not to their discredit, as they were not designed for that purpose. However, what is more concerning is that the assumptions used in shaping the experimental design and the subsequent analysis are likely to influence the findings that result from these studies: where the assumptions prove to be unrealistic, the findings will be suspect. It is thus of considerable importance to learn more about these processes, not simply as an academic exercise but also as a means of ensuring greater accuracy in SP applications in general.

A number of examples can be given of specific ways in which the outcome of the analysis may be influenced by the precise form of the exercise.

The SP choice set used in the exercises is usually quite restricted. Typically respondents are shown eight to twelve options and there are usually between three and five attributes per option. This may be too limiting. In reality people may be heavily influenced by an attribute that has been excluded from the exercise, or they may in practice opt for a response that has not been provided (the latter is particularly important where the options include different behavioural responses). In either case, if the exercise is too narrow in some sense, then the results will be misleading if respondents are asked to choose among a set of responses that excludes their preferred response.

In other respects, the SP choice set presented to respondents in the exercise may too extensive. This may have two very different implications:

(i) if the number of attributes per option and/or the total number of options presented to respondents is too great, then they may have difficulty in fully absorbing and working with the information. Responses may be incomplete and inaccurate, and may not provide answers of value for the analysis.

(ii) in practice, respondents may not have as much information on which to base their decisions as has been provided in an SP exercise, where it is normal to give full details of the proposed route, travel time, fare. etc of a new travel mode. In practice, it may take months or years for respondents to acquire the same level of information in reality. Hence, the behavioural response in the SP exercise may not be replicated in reality - in this case, because the choice set in the SP exercise is too well specified.

Here we face an apparent paradox, in that the SP experimental design is being criticised for being potentially both too broad and too narrow - at the same time! This is because the way information is traditionally presented in SP is too prescriptive. In many situations in reality, respondents base decisions on relatively small amounts of data, but which has been drawn - either randomly or systematically - from a much larger body of information. The techniques described in sections 3 to 5 attempt to replicate this information sampling process, and thereby reduce the 'too little/too much' pitfalls noted above.

There are also examples of how making different assumptions about the decision making process (as opposed to the choice set formation problem) can affect the outcome of the study. In particular, Widlert (1994) has shown that the nature of the choice task given to respondents may affect the outcome of the exercise.

He carried out a series of SP exercises among samples of medium-long distance rail travellers in Sweden on a specific route, in which he used the same set of attributes and levels but systematically varied the task and the way in which the information was physically collected.

Ranking, rating and pairwise experiments were included, as were face-to-face and computer-based techniques; in some cases, respondents were given more or fewer options to consider than usual. All these exercises produced acceptable models, which had they been the only method used would have been regarded as statistically acceptable, but the values of time derived from the different exercises varied by a factor of three.

Depending on the details of the SP design, it may be necessary to assume in the analysis that: responses are linear (i.e. 2X is valued at twice X), that the attributes or variables affect behaviour independently of one another, and that a unit loss has the same value as a unit gain. None of these assumptions may be true. Indeed, there is evidence to suggest that responses may be non-linear or incorporate actual threshold levels, and that unit loses and gains are not of equal value: in general, respondents are more sensitive to a deterioration in existing conditions than to an improvement.

Thus, there are many reasons to be cautious about the findings from conventional SP studies, which argue for greater research into the factors underlying decision making - both in SP exercises and in reality.

Recent developments in computer-based interviewing have provided opportunities to look at travel choices in a less constrained way, by simulating a travel environment in which respondents can select the information they require and then respond to it in the way they feel to be appropriate.

The next section discusses one SP exercise that attempted to loosen a number of the conventional constraints of the method, by enabling respondents to select their own choice sets before completing a 'conventional' ranking exercise.

3. GENERATION OF PRE-TRIP CHOICE SETS

This computer-based SP study examined the effects of providing pre-trip information on the demand for that information and on subsequent travel behaviour, for an existing journey from home to the city centre in Birmingham. The sample consisted of car drivers who regularly made such a trip and who perceived bus as a feasible choice option under certain conditions. The technique is fully described in Polak and Jones (1993).

Rather than giving respondents a pre-determined set of information on the characteristics of the choice alternatives (i.e. travel times by car and bus) for journeys from their home to the city centre, they were informed that the computer screen represented an in-home, interactive television set that could provide real-time and future estimates of travel time from home to the city centre at different times of day, for journeys by car and by bus.

An enquiry could be initiated by specifying the mode for which information was sought (i.e. bus or car), and indicating either a preferred departure time from home or arrival time at the destination. The screen then showed estimated departure and arrival times (for a given time of day and mode) with the journey time broken down into in-vehicle time, walk time and (for car) parking search time; where bus was selected it also displayed the estimated departure time from the home end bus stop.

The computer held profiles of relative travel times on radial routes into the city centre at different times of day. These could then be adapted to simulate travel conditions for the respondent, by inputting information which they provided about usual journey time at a given time of day, and scaling this appropriately. In addition, random variations in travel times were introduced (within certain bounds) to reflect likely differences in travel conditions from day to day (e.g. allowing for different weather conditions); if a very poor journey time was randomly selected, the respondent was informed that there had been an accident on the network.

On each simulated 'day' that a journey was planned to the city centre, the respondent was asked to make a minimum of two travel enquiries (to establish what conditions were like 'today' - at a time of day selected by them - if the journey were being made by car and by bus), and they were then free to make additional enquiries (six maximum). Note that the respondent had complete freedom as to the times of day and modes for which information was sought. Hence they had a high degree of control over the amount and content of the information provided.

The layout of the screen is shown in Figure 1; here four enquiries have been made in all on the sample day. Two related to journeys by car and two by bus. It is not possible to tell directly from the data displayed on the screen whether the enquiry was 'departure' or 'arrival' led, but this was taken into account in the analysis. However, from observation we can see that in the first two enquiries a 10.00 departure was involved in both cases (with different arrival times), whereas in the third and fourth enquiries the departure times are fairly different, with similar arrival times, suggesting the use of both types of enquiry.

Once the information search process (i.e. choice set formulation) had been completed for a given journey to the city centre, respondents are asked to rank the possible journey profiles in order of preference, as in a conventional SP, starting with the behaviour that they were most likely to adopt. Note, however, that the options 'Alternative destination' and 'Not make the journey at all' are added to the

screen (as shown in Figure 1), so as not to overly constrain the self-generated choice set.

Birmingham Pre-Trip Information Study v1.0 Enquiry Exercise/1

	Depart Home	Mode		Expected Travel Time	Expected Parking Time	Walking in Town	Expected Arrival
A	10:00	Car		30 mins	10 mins	5 mins	10:45
B	10:00	Bus	(10:10)	49 mins		5 mins	11:04
C	09:50	Car		30 mins	10 mins	5 mins	10:35
D	09:20	Bus	(09:30)	53 mins		5 mins	10:28

What mode would you like information about (Bus/Car)? B

F1-Help F5-Note F9-Abort F10-Exit 1

Source: Polak and Jones (1993).

Figure 1: A typical screen display from the information enquiry phase of the Birmingham pre-trip information study

By requiring respondents to construct their own choice sets, it is possible to see how much and what type of information travellers require in order to make what they consider to be 'satisfactory' travel decisions. In the Birmingham study, it was found that:

· 70% of enquiries related to car journeys to the city centre and 30% to potential journeys by bus;

· on 40% of occasions, respondents specified a preferred departure time and on the other 60% a preferred arrival time;

· 50% of enquiries were for journeys departing more than 15 minutes earlier than currently, and 25% for journeys departing more than 15 minutes later;

· on 50% of occasions respondents made only two enquiries (the minimum), with less than 5% involving 5 enquiries;

· respondents were more likely to conduct an extensive search if the simulated travel conditions for their current journey were worse than presently experienced, compared with estimates that were similar or better.

Overall, we can see that respondents in the main were adopting 'satisficing' behaviour. If simulated travel conditions were the same as, or better than usual, then only minimum information search would take place - even though there was

potentially a 'better' travel time to be found if an additional search effort was made. Only when network conditions were generally bad would respondents engage in more extensive search efforts.

The study found that, if travel conditions deteriorated, respondents were much more likely to change travel time than their mode of travel, although on 10% to 20% of occasions (depending on trip purpose) a bus option was selected as the most preferred option.

4. THE 'INSIGHT' TRAVEL CHOICE SIMULATOR

INSIGHT (INteractive Simulation of Information Guiding Household Travel) is a computer-based interactive survey instrument that has been designed to examine the effects on traveller perceptions and behaviour of improved information availability at different stages in a journey, from the in-home, pre-trip stage through the journey itself to the arrival at the final destination. It covers both journeys by car and by public transport, and is being developed to investigate travel into Southampton city centre as part of the ROMANSE Project, which is looking at the impacts of various new ATT technologies on perceptions and behaviour.

The primary objectives of the INSIGHT exercise are to examine, in a controlled way:

(i) how the provision of new information sources affects the process of information acquisition;

(ii) to what extent different sources providing similar kinds of information are complementary or competitive;

(iii) under what circumstances the information subsequently effects travel behaviour; and

(iv) to what extent and in what ways people value the information provided.

A subsidiary aim is to see what can be learnt about ways in which the presentation of the different information sources might be improved, in order to maximise its comprehension and relevance.

The interview is carried out by a trained interviewer on a colour portable computer, with the respondent sitting alongside. Interviews last typically in excess of one hour. The computer enables high quality replication of the sign and screen formats used to display traffic and travel information, together with maps and photographs of the local road network, to aid navigation in the city centre.

The interview is in five sections. First, general information is obtained about the respondent and his travel behaviour. Second, the respondent is asked to give details of a selected regular journey to the city centre (by bus or car, as appropriate), including route taken, travel time, etc. Next, the programme demonstrates the various information sources that may be shown to the respondent during the journey

simulations. These will differ from one type of traveller to another, but the full set includes (in-car information was not included):

· in-home passive television (CEEFAX) and interactive cable-TV travel information screens;

· on route travel information, in the form of real-time bus stop information (called STOPWATCH), roadside Variable Message Signs and roadside Parking Guidance Signs (see Figure 2).

The core of the interview comprises various journey simulations, and the INSIGHT interview concludes with a series of questions about the different information sources that have been encountered during the simulation (e.g. ease of comprehension, accuracy) and views about whether such information should be made widely available, and who should pay for installing and maintaining the system.

At the start of the journey simulations the respondent is provided with in-home incident information in the form of a news flash (which is customised to provide information relevant to their intended mode and route); this may prompt a search for more pre-trip information and/or a change in intended behaviour.

Once the journey begins, the respondents receive appropriate modal information (again, customised to influence the journey they are currently undertaking). Those travelling by bus receive real-time bus stop information (showing varying wait times for their preferred service). Car drivers see roadside Variable Message Signs warning of delays due to accidents or roadworks, and if they park in a city centre public car park they also see roadside Parking Guidance Signs, showing that their car park is nearly full, full or closed. In each case the respondent is asked how they would respond to this information.

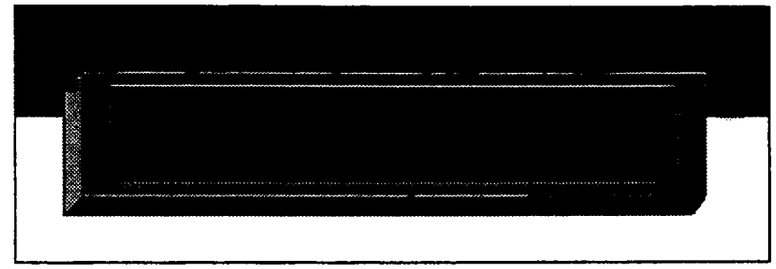
Each section of the journey simulation is described more fully below.

4.1. In-Home Simulation

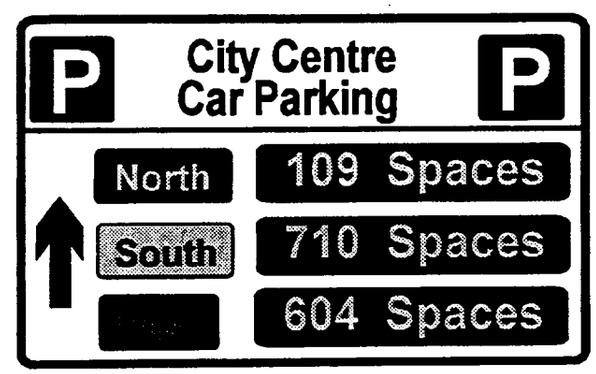
The simulation begins with the generation of a travel news flash in the home, which appears on the computer screen. It is assumed that the potential traveller has heard this on their television or radio; the time in advance of the intended departure is also indicated on the screen, so the respondent knows what temporal flexibility he/she has to make any travel changes. The message relates in some way to the journey being planned by the respondent, and depending on these travel circumstances may briefly describe problems affecting local bus services, the radial urban road network, or the availability of parking in the city centre.

The respondent generally has three options at this stage:

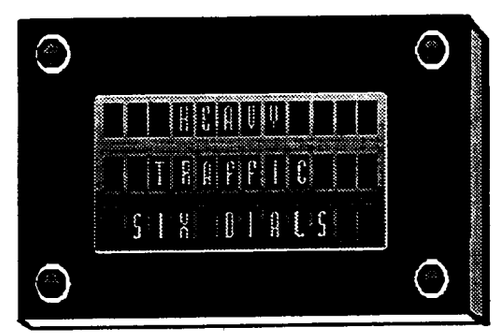
- to ignore the information, and proceed as normal;
- to act on the information and alter the trip plan in some way; or



1. Stopwatch



2. Parking Guidance System



3. Mobile Variable Message Signs

Figure 2: Sources of On-Route Travel Information in INSIGHT

- to seek additional information (via Ceefax or cable TV), and then decide whether to alter the trip plan.

Possible behavioural adjustments include: leaving earlier or later than planned, taking another route to the city centre, using another bus service, parking elsewhere in the city centre, visiting another destination instead, using another travel mode or cancelling the trip altogether.

The simulation then moves forward to the appropriate in-trip part of the exercise, depending both on the category of traveller and on the response given above.

4.2. Bus Stop Responses

For travellers intending to travel to the city centre by bus, the simulation moves to their local bus stop and shows the current information about expected wait times for the various city centre bus services that are actually available at that stop. By using the 'Correction' facility on the electronic sign, several scenarios may be tested as part of the same 'journey'.

This section of the simulation is designed as a formal 'stated preference' exercise, with travellers being asked to trade-off between attributes such as bus route wait and walk times. Where there is not enough choice on the real network to enable this to happen, 'new' services can be introduced to fill the gaps (eg by offering an express service, but with a longer wait time).

Possible behavioural responses include: wait for the intended service, catch another service from the same stop with a shorter predicted wait time, leave the stop and return when the bus is due (e.g. do some shopping while waiting), walk to another stop, walk all the way, catch a taxi or another mode, or return home (either cancelling the trip or going by car).

4.3. Car/Van Driver Responses

Drivers' route choices from their home to the city centre are recorded on a node by node basis, with the codes marked on a local street map and the options shown on the computer screen as the next junction is approached.

For the inner and central city part of the route from home to their destination, this is augmented by map and photographic information (as shown in Figure 3). As a junction is approached, the layout of that junction appears in profile at the bottom of the computer screen and the view of that approach from the windscreen of the vehicle appears above; appropriate conventional road signs indicate any banned turns, one-way streets, etc. When the driver indicates that he/she is close enough to their destination to be searching for a parking space, a finer level of network is accessed and the location of parking facilities are also indicated on screen.

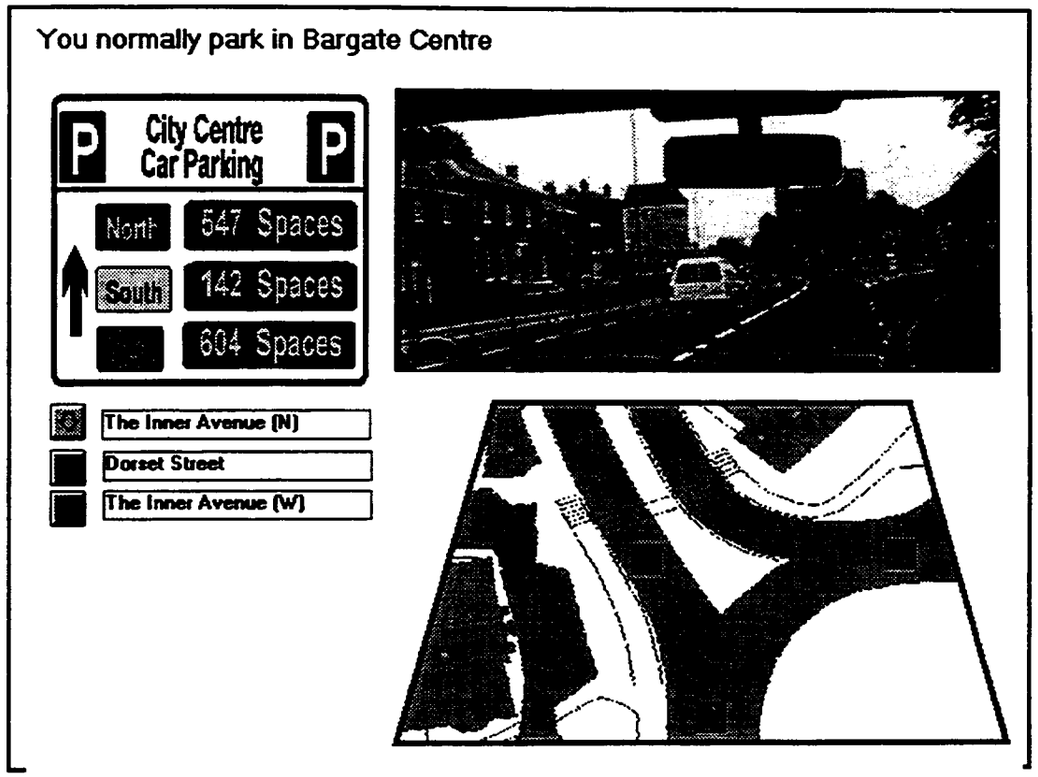


Figure 3: How Drivers Navigate Through the INSIGHT City Centre Network

Mobile Variable Message Signs or Parking Guidance Signs with appropriate information can be superimposed on the screen layout shown in Figure 3 (again, customised to affect their planned route or car park). Drivers are invited to respond to the information, either by ignoring it (i.e. using their normal route/parking space), or by changing their route, or by changing their parking place.

5. SOME FINDINGS FROM INSIGHT AND RELATED SURVEYS

INSIGHT has been administered to a sample of 300 residents in the Southampton area, who make regular journeys to the city centre. Interviews generally took place in the respondents' homes. Some of the key findings relating to choice sets and travel decisions are summarised below.

5.1. In-Home Information

On 60% of the occasions when respondents saw a newsflash, they decided not to seek any further information before making an initial decision on how to respond. Overall, in response to the levels of information they had chosen to obtain about unusual problems with the transport system:

· about 40% made no travel adjustments before setting out from home, if they heard about problems on the road network (car drivers) or with the bus services (bus

passengers). This increased to 55% of the car drivers using public parking spaces who were warned of parking problems in the city centre, and who made no travel adjustments before leaving home;

· half of the drivers warned of problems along their route into the city responded by deciding to change their route or trip timing before setting out from home; 25% of bus users decided before setting out to make some adjustments to their normal travel plans, as did 17% of parkers;

· 24% of bus users decided to cancel or re-schedule their trip for another occasion when told about serious delays to services, as did 22% of parkers and 10% of drivers receiving information about delays on route.

5.2. Bus Stop Information

Surveys in the UK suggest that over 90% of passengers at stops with real-time bus stop information look at the information provided while waiting for their bus (although this can fall in situations where people believe the information to be unreliable).

In the INSIGHT simulation, virtually all bus passengers remained at the stop if the first bus going to their destination was expected to arrive within 5 minutes or less. With a 10 minute expected wait time, 20% left the stop and when this increased to a 20 minute expected wait 65% did so (i.e. only 35% remained).

Overall, around 40-45% of the passengers who said that they would leave the stop planned to visit a nearby shop, bank, etc and then return to the same stop when the bus was due. With a 10 minute expected wait time, 60% said they would walk to another stop along the route; when this grew to a 20 expected minute wait time, about 40% of respondents said that they would walk to another stop, and over 10% that they would use another mode or cancel the trip.

5.3. Roadside Variable Message Signs

As would be expected, the proportion of drivers deviating from their intended route varied according to the nature of the message shown on simulated mobile variable message signs. Around 90% switched route ahead of the affected link when warned of a road closure (but 10% did not!), as did 70% in response to an accident warning and just under 50% who were warned of road works on their normal route.

5.4. Roadside Parking Guidance Signs

In Southampton, another survey of drivers in city centre car parks (Jones and Cassidy, 1995) found that, based on the route they reported taking to reach their car park, about three-quarters of the motorists interviewed who must have passed a parking guidance sign were actually aware of seeing it. Of these, about 40% said

that they had looked at the information on the sign and a third of those who did so had changed their behaviour as a consequence of the information provided.

In the INSIGHT simulation, some extreme situations were presented to respondents. For example, when told that their normal car park was closed and the neighbouring car parks were full, about 10% chose to queue at one of the latter car parks, 65% parked in another multi-storey car park further away and 15% parked on-street instead. Over 10% of the sample got lost, and were unable to find a suitable parking location without assistance from the interviewer.

6. ASSESSMENT

While stated preference techniques are widely used and have seen considerable and important methodological advances in recent years, in the main they are not designed to explore choice set formation or decision processes. Rather, they generally assume or predetermine these, through the form of the experiment presented to respondents and in the way in which it is analysed. As the paper has shown, sometimes these assumptions have produced results that are questionable.

Recent developments in computer software and hardware provide analysts with new tools to explore choice set formation and decision processes. These enable what historically have been often rather qualitative gaming simulation approaches to be combined with traditional stated preference exercises, to provide well structured but more dynamic and realistic decision environments.

Such environments enable many aspects of information gathering and decision making behaviour to be explored, only a limited subset of which have been considered in the examples presented in this paper. Some possibilities include:

· allowing respondents to construct their own choice sets by interrogating data archives (as in the two pre-trip examples cited here), through an interactive procedure;

· investigating the quantity and kind of information which respondents seek in making decisions (i.e. in conventional SP terms, how many attributes are relevant, and how many options are considered?);

· exploring how repeated decision processes can lead to habit or fatigue effects, both in terms of information acquisition and resulting travel decisions;

· selectively providing the respondent with information (or varying the quality of that information), in order to see which factors appear to have a major or minor influence on choice outcomes;

· varying the experimental designs within the simulated decision environments in order to distinguish between different decision rules (e.g. compensatory versus non-compensatory).

Computer-based applications also enable new forms of information presentation, using sight (i.e. photographs or video clips) and sound (e.g. getting

verbal advice from a person). While these can help to increase the realism of information provision, and can help to sustain the interest of the respondent in what can be quite a demanding interview situation, they carry with them a whole new set of uncertainties in addition to those discussed in section 2, relating to the influence of the form of the stimulus on the response.

ACKNOWLEDGEMENT

A number of other people have been involved in the development of the INSIGHT technique and the analysis of the data, including Andrew Cook, Graham Tanner, Mark Valleley, David Chapman and Henry Storey.

BIBLIOGRAPHY

BONSALL PW, PARRY T (1990), «A computer simulation to determine drivers reactions to route guidance advice». *PTRC Summer Annual Meeting*.

CASSIDY S, HOLVAD T, JONES P (1995), «The benefits of Advanced Transport Telematics: an assessment of the ROMANSE project». *PTRC European Transport Forum*, University of Warwick.

COOK A, JONES P, TANNER G, VALLELEY M (1995), «Traveller reactions to information sources: report on the INSIGHT survey». Report to the ROMANSE Project Team, Hampshire County Council.

FIRMIN PE (1995), «The use of simulated travel environments to investigate driver route choice behaviour.» PhD Thesis, University of Leeds.

JONES P, CASSIDY S (1995), «The role of telematics in contributing to urban transport policy objectives». *Built Environment*, 21, pp. 223-235.

POLAK J, JONES P (1993), «The acquisition of pre-trip information: a stated preference approach». *Transportation*, 20, pp. 179-198.

WIDLERT S (1994), «Stated preference surveys: the design affects the results.» Paper to the *7th International Conference on Travel Behaviour*, Valle Nevado, Santiago, Chile, June 1994.

SYNTHESE DU CHAPITRE 5 EXPLORATION DES UNIVERS DE CHOIX ET DES PROCESSUS DE DECISION

Christophe Beckerich, Pascal Pochet
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

La session a été l'objet d'une présentation de différentes recherches utilisant des recueils de données qui peuvent tous, à des degrés divers, être rangés dans la catégorie des enquêtes Interactives de Réponses Déclarées (IRD). Cette session, et la discussion la concluant, ont eu l'intérêt de mettre en évidence la variété des dispositifs d'enquête possibles en fonction de problématiques et d'objectifs de départ bien particuliers à chaque investigation. Ainsi, les recherches sur le véhicule électrique à autonomie limitée en milieu urbain réalisée aux USA (en Californie) par Thomas Turrentine, et en France par Bruno Faivre d'Arcier et al., se concentrent sur les décisions de motorisation et sur l'usage des véhicules particuliers au sein des ménages bi-motorisés. La recherche sur l'acceptabilité des politiques de péage urbain menée par Charles Raux et al. explore quant à elle des univers de choix de plus court terme, et tente de simuler la façon dont peuvent évoluer les schémas d'activité en fonction d'hypothèses de congestion plus ou moins aiguë, et de différents tarifs d'usage de la voirie routière urbaine. Enfin, l'enquête conçue par Peter Jones vise à mettre l'enquêté dans une situation quotidienne de conduite de sa voiture, de choix d'itinéraire dans la ville en fonction d'obstacles ou de situation de congestion, de choix du lieu de parking ou d'attente aux stations de bus : les univers de choix explorés renvoient alors à des processus de décision s'effectuant de façon presque instantanée.

1. LA CONCEPTION DES ENQUETES IRD : UNE MISE EN SCENE NECESSAIRE

Au-delà des caractéristiques propres à chacune des enquêtes, les quatre communications constituant cette session nous ont donné un aperçu des grandes caractéristiques communes à ces méthodologies. Leur champ d'investigation est constitué des processus d'adaptation des comportements face à un changement de l'environnement-transport. En particulier, est étudiée la manière dont les individus et les ménages s'adaptent à l'évolution de différentes contraintes d'ordre temporel, financier, de réalisation des activités ou de budget-distance. Elles ont ainsi l'intérêt de chercher à comprendre les mécanismes intervenant dans la dynamique des comportements individuels de déplacements. Ces enquêtes interactives fournissent une richesse d'informations que n'offrent ni les enquêtes-ménages quantitatives, ni les enquêtes de préférence déclarées classiques, et semblent promises à des développements variés. Toutefois, compte tenu de leur coût et de leur complexité élevés, elles n'ont pour l'instant été réalisées que sur de petits échantillons. Leur

mise en oeuvre soulève par ailleurs des difficultés méthodologiques qui ont été abordées par les intervenants au cours de la discussion.

L'objectif général des enquêtes IRD est d'étudier les stratégies (ou les tactiques) d'adaptation des ménages face à de nouvelles contraintes ou à de nouvelles opportunités apparaissant dans le champ de leurs activités et de leurs déplacements quotidiens. Selon les différents participants sollicités, les réponses aux enquêtes portant sur de nouvelles opportunités paraissent très difficiles à valider, ne serait-ce que du fait du manque de contrôle par l'enquêteur des adaptations déclarées par les enquêtés. A l'inverse, les enquêtes IRD portant sur les effets de nouvelles contraintes fortes sur les comportements offrent des moyens de contrôle plus sûrs, sinon parfaits, des actions déclarées par les personnes enquêtées.

Pour autant, s'approcher des conditions de réalisation d'une expérimentation contrôlée n'est pas chose facile face à la complexité des univers de choix et des processus de décision. Pour limiter les biais de toute nature dans les réponses, les auteurs insistent sur l'importance que revêt la phase de conception de l'enquête.

Il paraît tout d'abord indispensable de se baser sur les schémas d'activités réalisés par l'individu enquêté la veille (enquête sur le péage urbain), voire de la semaine écoulée (enquêtes sur le véhicule électrique, par le biais de carnets de bords enregistrant l'usage des deux voitures du ménage...). La référence aux schémas d'activité, comportements révélés, sert de base à la simulation, ce qui offre à l'enquêteur un moyen de contrôle essentiel de la cohérence et du réalisme des réponses obtenues. Elle permet aussi de bien «contextualiser» les adaptations proposées.

Certaines vérifications complémentaires des réponses des enquêtées ont aussi été évoquées : interview de tous les adultes du ménage, présence des enfants lors de l'entretien (pour cerner par exemple d'éventuelles impossibilités dans la réalisation simultanée des différents schémas d'activité), «*débriefing*» très libre avec les enquêtés à la fin de l'entretien (qui permet de revenir sur la validité de certains points particuliers, de faire expliciter par l'enquêté son interprétation des « règles du jeu » et de connaître les attitudes plus générales des enquêtés), voire constitution d'un échantillon témoin (pour tenter de contrôler l'effet des multiples facteurs explicatifs). Les possibilités ne manquent donc pas. Toutefois, comme le note Bruno Faivre d'Arcier, le contrôle *a priori* des actions proposées par les enquêtés n'indique pas si ces adaptations pourront s'installer durablement. La mobilité urbaine tient en effet une place essentielle dans les modes de vie des citadins, et il est bien difficile pour un individu enquêté, d'évaluer à l'avance les conséquences structurelles de modifications importantes du système de transport sur son mode de vie.

La mise au point du jeu de simulation constitue le coeur du dispositif d'enquête. La mise en scène apparaît en effet fondamentale pour que les enquêtés considèrent l'ensemble des implications des situations décrites sur leur schéma d'activité. Le côté incitatif de l'aspect «jeu» du processus d'enquête apparaît tout

aussi clairement lorsque les simulations sont réalisées en temps réel sur ordinateur, comme dans les simulations d'usage modal réalisées par Peter Jones.

La conception de l'enquête doit donc prévoir de faire varier le nombre, la nature et le degré des contraintes imposées, de manière à connaître les ruptures fortes dans les comportements des enquêtés. Cela implique que les scénarios de simulation proposés soient à la fois variés, contrastés (pour permettre de provoquer des réactions diverses), tout en gardant un aspect réaliste.

Atteindre ces objectifs demande un travail complet et difficile de la part de l'enquêteur. Il doit premièrement inciter les enquêtés à participer pleinement au jeu, en personnalisant le plus possible les contraintes de manière à ce qu'elles aient un sens par rapport au schéma d'activité des individus. Il a aussi un rôle d'informateur, qu'il s'agisse de l'information minimale à la compréhension des scénarios, ou de l'information supplémentaire qu'il estime utile de donner en fonction de la demande des enquêtés. Il a enfin, nous l'avons évoqué, un rôle de vérification de la cohérence des actions proposées par les enquêtés.

C'est donc de cet ensemble de facteurs que dépendra la fiabilité, mais aussi la richesse des informations apportées par les enquêtés.

2. LA REPONSE DES ENQUETES : DES STRATEGIES D'ADAPTATION TRES DIVERSES ET D'INTERET INEGAL POUR LE CHERCHEUR

L'objectif des enquêtes de réponses déclarées est d'observer les attitudes et réactions des enquêtés face à des scénarios modifiant le contexte du transport afin d'identifier un certain nombre de facteurs explicatifs des choix comportementaux. Aussi ces travaux essaient-ils de repérer les tactiques mises en oeuvre par les individus suite aux nouvelles informations. Ces tactiques diffèrent quant au degré de participation au jeu, au niveau demandé d'informations et à la façon de réagir à l'information. Ces réactions dépendent également de la nature de l'enquête.

Par exemple, dans l'enquête sur le péage urbain, les tactiques de réponse adoptées par les enquêtés afin de protéger des objectifs qu'ils se fixent, ont été classées en cinq grandes catégories. Seules deux de ces catégories de tactiques mettent en évidence les facteurs explicatifs des comportements (tactiques volontaristes) tandis que les trois autres n'autorisent pas l'identification de ces facteurs (tactiques de faible réactivité au jeu et de blocage).

Les tactiques de faible réactivité au jeu se manifestent par le recours à des réponses ne résultant pas de vrai calcul (tactique « passive ») ou par le recours à des mesures invariablement les mêmes quels que soient les scénarios (tactique « systématique »). Le « blocage » consiste pour certains individus à considérer que les scénarios portent atteinte à des éléments essentiels de leur vie. Ils refusent alors de participer au jeu.

En revanche, les tactiques volontaristes d'« essai » et de « cumul » permettent d'éclairer les structures d'adaptation des comportements des individus face aux scénarios proposés dans le jeu. Ainsi l'« essai » correspond à l'attitude des individus qui tentent de trouver dans leurs ressources (décalage d'horaires, suppression du retour de midi, etc.) celle qui répond au mieux à la pression du scénario. Le « cumul » ne diverge de l'essai que par le fait que les enquêtés, au lieu de choisir la ressource la mieux adaptée au type et à l'importance de la pression, cumulent les ressources au fil des scénarios.

Ces différentes réponses illustrent l'intérêt d'adapter les scénarios aux différents enquêtés afin de limiter les tactiques passives ou de blocage empêchant toute exploration de l'univers de choix des individus.

3. LES QUESTIONS EN SUSPENS : FORMATION, INFORMATION, INFORMATISATION

Les auteurs insistent sur les limites méthodologiques des enquêtes IRD et notamment sur les limites liées au degré d'information fourni aux enquêtés et sur celles liées au recours à l'ordinateur. Le degré d'information fourni lors des entretiens n'est-il pas supérieur à celui dont disposent les individus dans la réalité ? En fonction du type d'enquêtes réalisé, le niveau d'information n'est pas le même et les stratégies de diffusion sont différentes. Ainsi Peter Jones considère que l'information doit être minimale puisque dans la réalité les individus en disposent peu. Ses enquêtes montrent que dans le cadre de leur problématique, un niveau élevé d'information n'est pas nécessaire. Les enquêtes sur le péage urbain et la voiture électrique en offrent beaucoup plus, quant à elles, aux enquêtés. Ainsi dans la réalité, pour atteindre un tel degré de connaissance, il faudrait attendre des années. En revanche, il s'avère que dans le cas de l'enquête sur la voiture électrique, il soit nécessaire de donner beaucoup de renseignements puisqu'il s'agit de tester l'introduction d'une nouvelle technologie dans l'univers de choix des individus.

Cette diffusion d'information auprès de l'enquêté peut revêtir plusieurs formes. Aujourd'hui une attente importante de la part des chercheurs concerne l'usage de l'ordinateur pour la passation d'enquêtes. Les simulations sont les mêmes d'un enquêté à un autre, limitant ainsi les différences de passation d'enquête entre les enquêteurs. Par ailleurs, l'ordinateur paraît très utile lorsqu'il s'agit d'une enquête de nature qualitative et complexe. Il semble également d'un recours précieux, du fait de son caractère impersonnel, quand il s'agit d'interroger les individus sur des questions perçues comme confidentielles (niveau de salaire, etc). Pourtant, les enquêtés sont parfois réticents à l'introduction de l'informatique surtout si l'enquête sur ordinateur doit être auto-administrée. L'ordinateur est alors vraiment un frein. L'expérience montre que le media utilisé n'est pas perçu de la même manière selon le caractère plus ou moins fouillé de l'enquête. Des caractéristiques socio-culturelles modifient la perception que les enquêtés se font du média utilisé dans l'enquête. Comme le rappelle Charles Raux, aucun média n'est

neutre, mais dans le cadre culturel français, le papier est plus neutre que le magnétophone ou l'ordinateur. Les exemples d'enquêtes de Peter Jones prouvent cependant que dans certains contextes socio-culturels plus favorables, l'ordinateur comporte des avantages non négligeables.

D'autres limites concernent la pertinence des enquêtes quant à leur capacité à saisir les processus de choix. En effet, il est difficile d'interpréter la résistance au changement des individus puisque dans le jeu, l'on insiste sur la constitution d'une base de faits qui devient par la même une référence. Cette dernière devient le point central que les individus veulent sauvegarder. En outre, la généralisation des comportements observés est-elle possible et souhaitable ? En effet, les études ne risquent-elles pas de se limiter à une juxtaposition de monographies ? Tous les auteurs semblent d'accord pour penser que le passage d'observations à une théorie plus générale n'est pas encore possible du fait d'un nombre d'applications encore restreint. Ces enquêtes doivent être préalablement réalisées et testées sur des échantillons plus importants. Les études réalisées fournissent, d'ores et déjà, quelques hypothèses qui pourront plus tard servir à élaborer des théories générales. Les méthodes IRD doivent être utilisées à des fins d'études exploratoires avant une mise en place d'études plus quantitatives. Cependant, comme l'a montré Turrentine, certaines parties des méthodes de simulation peuvent être utilisés dans des enquêtes auto-administrées moins élaborées pour valider des éléments de choix sur des échantillons beaucoup plus grands. Il n'en reste pas moins que les méthodes IRD concernant de plus grands échantillons se heurtent à la nécessité de former des enquêteurs, qui doivent être de plus en plus expérimentés, communicateurs et psychologues, comme le note Alain Bonnafous. L'enquête sur la voiture électrique a requis de les former pendant une semaine. De plus, l'entretien se déroule en plusieurs temps du fait des étapes des enquêtes IRD. Leur coût en est d'autant plus élevé.

4. L'OPERATIONNALITE DES METHODES IRD : VARIABLE SELON LES PAYS, MAIS GLOBALEMENT ENCORE LIMITEE

Les auteurs ont abordé également la question de l'opérationnalité des méthodes de préférences ou réponses déclarées dans le cadre des choix publics. Pour l'instant, leur place dans les choix publics diffère en fonction des pays concernés, aucun consensus ne se dégage. Au Royaume-Uni, un grand débat est ouvert entre les techniciens sur le rôle des méthodes de préférences déclarées dans les processus de décision publique. Peter Jones considère que le ministère britannique des transports est plutôt favorable aux travaux de préférences déclarées. En revanche, les politiques demeurent circonspects face à ces méthodes à l'exception des travaux expérimentaux. Aux Etats-Unis, les décideurs (non techniciens) sont très favorables aux méthodes de préférences déclarées sans forcément être conscients de leurs limites, ce qui doit inciter les chercheurs à un maximum de rigueur scientifique, comme le note Peter Stopher. En France, les applications opérationnelles des

méthodes IRD demeurent encore plus timides. Toutefois, Bruno Faivre d'Arcier constate une relance de l'évaluation des politiques publiques en France. Si la valeur du temps, qui demeure une valeur tutélaire obtenue par calage de modèle, ne se prête guère à une étude par les méthodes de simulation, son évaluation peut être relancée par ce type de recherches.

Une première étape avant l'introduction de ces méthodes dans les choix publics serait de comparer leurs résultats avec ceux obtenus à l'aide d'autres méthodes. En ce sens, les premiers résultats semblent encourageants : ainsi Peter Jones observe qu'il existe une certaine corrélation entre les préférences déclarées et les méthodes de préférences révélées, comme le montre une étude britannique sur la valeur du temps.

CONCLUSION

CONCLUSION

Charles Raux
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
CNRS, Université Lumière Lyon 2, ENTPE
Robert Chapleau
Département de Génie Civil
Ecole Polytechnique de Montréal

1. UNE STRATEGIE GLOBALE D'OBSERVATION

L'un des premiers résultats de ce colloque est la nécessité, démontrée et mise en pratique dans plusieurs communications, d'une stratégie globale d'approche du phénomène de la mobilité urbaine. Cette stratégie globale implique la mise en oeuvre coordonnée de différentes méthodes d'enquête.

En effet, même si les agences en charge de la production de données sur les déplacements urbains ont tendance à chacune privilégier un instrument, le plus souvent l'enquête-déplacements auprès des ménages, l'évolution des enjeux de politique des transports fait que l'on s'intéresse plus aujourd'hui aux changements futurs de comportements en réponse à des actions de régulation de la demande qu'à la réplication et la projection des comportements existants.

L'irruption récente de la problématique du développement durable est un bon exemple d'évolution rapide des enjeux de la mobilité dans les aires d'influence des agglomérations urbaines. Les besoins évoluent et les stratégies poursuivies en politique de transport influencent directement la construction des modèles : la problématique des années 50, intéressée à la croissance des usages de l'automobile, n'est pas celle des années 90, intéressée aux conséquences environnementales de telle ou telle politique de transport, ou à la réorientation de la demande vers des modes et des déplacements de proximité, moins consommateurs de ressources environnementales.

Cela implique par exemple l'élaboration de modèles qui ne s'intéressent pas uniquement aux déplacements automobiles (affectation de trafic), qui soient sensibles aux politiques d'orientation de la demande (choix multimodal) ou de réduction de la mobilité motorisée (pratiques piétonnières, impacts des équipements de proximité, etc) ou encore qui permettent de simuler de nouvelles actions d'orientation de la demande inédites jusqu'ici (régulation tarifaire, réglementation d'accès, etc).

Par voie de conséquence, la construction de ces modèles nécessite de nouvelles manières de mesurer les comportements de mobilité : il faut s'intéresser par exemple aux caractéristiques de l'offre de transport, repérées de manière assez fine au niveau de l'usager dans ses déplacements quotidiens, telles que les facilités

de stationnement, les caractéristiques (durée, pénibilité) des ruptures de charge dans les transports collectifs ou encore les distances entre le lieu de l'activité terminale ou initiale et la place de stationnement ou l'arrêt de bus/métro ; il faut aussi comprendre les liens entre équipements de proximité et mobilité, donc mieux mesurer que par le passé les petits déplacements effectués à pied ou en voiture ; cette mobilité en voiture doit être également finement repérée si l'on veut pouvoir reconstituer les distances parcourues et les émissions de polluants liées aux départs à froid ainsi qu'à la vitesse instantanée des véhicules ; enfin, au-delà de l'observation de comportements existants, l'exploration expérimentale des mécanismes du changement de comportement doit permettre de mieux comprendre ce processus de changement et de mieux le piloter.

C'est donc la conception des enquêtes qui se trouve de fait modifiée, même si le souci de comparabilité avec les données produites antérieurement peut freiner cette évolution. La multiplicité et la complexification des enjeux impliquent toutefois non pas de transformer les instruments d'enquête existants en «usines à gaz» incontrôlables mais plutôt de développer un ensemble d'instruments de nature différente mais complémentaires, chacun étant spécialisé pour répondre à tel ou tel ensemble de questions : par exemple d'une part des enquêtes à questionnaires allégés et simplifiés associés à un mode de passation à coût unitaire abaissé (téléphone et courrier) pour la production de grands nombres, d'autre part des enquêtes pointues par face-à-face pour la production de données expérimentales et heuristiques sur les mécanismes du changement de comportement. Le défi posé alors à une agence de production de données sur la mobilité est de coordonner l'usage de ces différents instruments en synergie.

Il nous faut donc dépasser les incompréhensions mutuelles qui peuvent apparaître entre les promoteurs des différentes méthodes. On aura toujours besoin de grands nombres et on aura de plus en plus besoin de cousu-main pour explorer de nouvelles problématiques. Souvent d'ailleurs l'utilisateur de méthodes exploratoires est aussi utilisateur de modèles à base de grands nombres et vice versa. Il n'y a donc pas d'opposition mais une vraie complémentarité.

Ces constats ont au moins deux conséquences que nous allons aborder, la nécessité de maîtriser l'évolution des méthodes d'observation et le développement de méthodes d'expérimentation du changement.

2. LA PRODUCTION DE DONNEES : UN PROCESSUS EVOLUTIF

Le caractère évolutif de ce processus de production de données peut être illustré par l'évolution conjointe du paradigme de la mobilité et des modèles économétriques la représentant. Cette évolution conjointe est génératrice de contradictions comme l'ont reflété les débats du colloque.

Le concept de déplacement est intimement lié à la modélisation traditionnelle du transport en milieu urbain, développée dans les années cinquante : la ville est

représentée de manière simplifiée par un découpage en zones reliées entre elles par un réseau de transport ; la modélisation repose sur l'approche classique en quatre étapes (génération, distribution, répartition modale et affectation). Dans cette approche, la planification consiste à prévoir un accroissement de la masse des déplacements émis (résidences) et attirés (emplois) par zone, puis à distribuer spatialement ces déplacements par origine et destination, à les répartir éventuellement par mode de transport et enfin à les affecter sur un réseau. L'application de ces modèles, opératoire dans un contexte de développement continu de l'automobile dans les années cinquante et soixante, trouve aujourd'hui ses limites quand il faut, dans une conjoncture financière plus serrée, fournir des évaluations pour arbitrer entre des stratégies de transport différentes : il s'agit de représenter le fonctionnement du système de transports et donc les comportements de ses acteurs de manière plus pertinente pour mieux les comprendre et mieux agir dessus.

C'est ainsi que pour répondre à ces nouvelles questions se sont développées des approches de type comportemental par la prise en compte de l'environnement spatial et social des individus, cherchant à mettre en évidence le jeu des contraintes et opportunités qui modèlent la mobilité quotidienne des individus. Les approches en termes d'activités qui ont été développées dans les années 70 et 80, à partir des travaux de géographes et de chercheurs en sciences sociales ont permis de faire évoluer le paradigme de la mobilité : on est passé progressivement de la notion de déplacement à celle d'activité et, par le biais de l'auteur de cette activité, à la notion d'individu situé socialement dans son entourage (familial, professionnel, etc), ce dernier générant des obligations interpersonnelles.

Ces approches en termes d'activités ont donné lieu au développement de modèles fondés sur les activités, dont HATS est l'exemple le plus connu, et qui se prolongent actuellement dans les recherches sur la micro-simulation spatio-temporelle de schémas d'activité individuels.

Cependant c'est dans le domaine du recueil de données sur la mobilité quotidienne que l'on en trouve l'application la plus concrète. En effet, dans la plupart des méthodes d'enquête par carnet de bord auto-administré, on est passé du recueil des déplacements au recueil des activités. Cette évolution équivaut à une reconnaissance explicite du fait que la demande de transport est une demande dérivée du besoin de réaliser des activités. Cette focalisation sur les activités semble également plus appropriée à la représentation par les enquêtés de leur propre comportement. Elle permet aussi de minimiser les non-déclarations de déplacements perçus comme peu importants ou non perçus comme tels par les enquêtés.

Ce bref résumé de l'évolution conjointe du triplet besoins-modèles-données permet de rappeler une évidence, à savoir que les «données» d'observation de la mobilité ne sont jamais que le fruit d'une production fondée sur une certaine représentation du réel. A cette représentation simplifiée du réel participent aussi bien

les méthodes d'observation que les modèles qui mettent en musique les données produites. Dans ce processus de représentation de la réalité on peut en outre passer insensiblement de l'un à l'autre, dans la mesure où par exemple les modèles peuvent servir à produire des données de comportements, par exemple en reconstituant des itinéraires à partir de données de comptage.

Enfin le modèle apporte une interprétation causale à des observations qui sont le fruit de modèles de connaissance préétablis, lesquels ont été élaborés sur la base d'observations produites antérieurement. C'est donc un processus itératif qui est en œuvre dans lequel modèles et données produites évoluent de concert dans la construction de la connaissance. Or cette évolution n'est pas dirigée uniquement par les besoins de la connaissance scientifique mais aussi en réponse à des besoins qui évoluent aussi, comme nous l'avons montré plus haut.

Cette nécessité d'évolution se heurte toutefois à une autre nécessité, celle de la comparabilité des données d'enquêtes au fil du temps. Par exemple, la problématique du développement durable implique de s'intéresser au long terme donc de regarder loin dans le passé, afin de rendre plus robuste l'analyse des tendances : en bref il s'agit de se dégager du conjoncturel pour aller vers le structurel. En matière de transports, demande dérivée de la réalisation d'activités en des lieux donnés, il faut prendre en compte l'évolution de l'usage des sols, donc au minimum au-delà d'une décennie.

Regarder loin dans le passé implique donc de réutiliser et retravailler des données existantes qui auront été recueillies 10 ou 20 ans auparavant : il s'agit donc de données produites avec un modèle de représentation de la réalité probablement obsolète ou du moins inapproprié aux enjeux actuels.

Le risque existe alors de produire des données de moins en moins compatibles d'une enquête à l'autre, puisque visant un objet dont la représentation évolue au cours du temps. Cela est évident si l'on considère la définition standard du déplacement dans les enquêtes françaises : il s'agit d'un aller simple effectué sur la voie publique entre deux endroits différents, chacun de ces endroits étant caractérisé par une activité appelée motif, ce déplacement pouvant se faire avec un ou plusieurs modes de transport.

Si l'on cherche à compter les déplacements pour produire un indicateur standard de mobilité, cette définition ne pose pas trop de problèmes pour les déplacements empruntant un mode mécanisé comme les transports en commun ou la voiture particulière : le déplacement comprendra l'emprunt de différents modes, incluant les trajets à pied pour accéder au mode mécanisé et le quitter, mais ce déplacement sera le plus souvent comptabilisé comme attaché au mode mécanisé, en ignorant les trajets à pied en bout de la chaîne modale. Par contre, pour la marche à pied, l'ambiguïté opératoire de la définition se révèle si l'on considère par exemple le lèche-vitrines ou les achats multiples réalisés dans un même centre commercial. Même si la définition standard est correctement appliquée dans la mesure au cours

de l'enquête, l'évolution des formes urbaines avec notamment l'apparition de vastes centres commerciaux ou d'affaires contribue à brouiller l'application de cette norme. Des évolutions apparentes à la baisse peuvent être le résultat non pas de la baisse de la marche à pied mais un artefact du au procédé de mesure.

Si l'on veut effectuer des analyses comparatives pertinentes, il nous faut donc accepter de reproduire et perpétuer des biais dans la mesure de tel ou tel aspect du phénomène de mobilité. Ces biais doivent toutefois être autant que possible explicités afin d'en contrôler la reproduction. Il faudra donc pour la marche à pied essayer d'estimer la part des déplacements omis dans les différentes enquêtes, en redressant les données par catégorie sociale, type de déplacement, mode ou zone. Si l'on veut comparer les véhicules-kilomètres parcourus, il faudra reproduire le biais de mesure du au zonage quand les repérages fins ne sont pas disponibles.

Il faut donc préserver une certaine stabilité des méthodes de mesure au cours du temps si l'on veut pouvoir assurer un suivi pertinent des données sur la mobilité. Néanmoins rien n'empêche, sous réserve de contraintes de ressources, d'adjoindre au noyau stable de nouveaux items moins nécessaires dans l'immédiat, dans la mesure où le coût additionnel de recueil d'information n'est pas trop élevé. Ces items supplémentaires permettent de laisser la porte ouverte à d'autres questionnements futurs. On citera pour exemple la dernière enquête de Lyon dans laquelle, parallèlement au zonage, les adresses précises ont été recueillies, afin de permettre à l'avenir une analyse plus fine des déplacements de proximité : cette information n'est pas immédiatement utilisable car elle nécessite la mise en place d'un système géographique informatisé sur l'agglomération, non encore achevée à ce jour.

Le contrôle des biais évoqué ci-dessus implique de se pencher sur leur origine : la production de données sur la mobilité est le fruit d'une procédure de mesure complexe impliquant à la fois la définition des concepts évoquée ci-dessus, la conception du questionnaire, les enquêtés et les enquêteurs, donc les instructions qui leur sont données. C'est la question des standards de production de données.

3. LA QUALITE DES DONNEES ET LES STANDARDS DE PRODUCTION

Le thème des non-réponses est apparu comme l'un des plus important dans ce colloque. Pourquoi une telle importance ? Quand on analyse l'évolution de la mobilité on ne sait si cette évolution (croissance ou décroissance) reflète une évolution des comportements ou si elle est due à une évolution du taux de non-réponse : par exemple, ceux qui se déplacent beaucoup ou alors ceux qui ne se déplacent pas ou peu, peuvent se mettre à répondre plus qu'avant, les uns et les autres suite à une évolution de la procédure de recueil des données. Cet effet des non-réponses sur la qualité des données est a priori non négligeable, quand on sait qu'il peut couramment se compter en dizaines de points de pourcentage, sans oublier les non-réponses partielles, c'est-à-dire les questionnaires incomplètement

remplis. C'est ainsi que la sophistication des modèles bute sur les limites des données.

Face aux non-réponses partielles, si l'on désire ne pas systématiquement rejeter les questionnaires incomplets, une première stratégie consiste à corriger l'effet de ces non-réponses : on leur imputera des valeurs déduites soit de tests de cohérence internes au questionnaire incomplet, soit d'informations existantes pour d'autres questionnaires dans l'enquête elle-même, soit d'informations disponibles dans d'autres sources de données. Les risques associés aux procédures parfois complexes de correction ainsi que les techniques utilisées ont été abondamment discutées et le lecteur intéressé pourra se reporter au chapitre correspondant.

Toujours face aux non-réponses partielles, une deuxième stratégie consiste à améliorer la conception du questionnaire et sa passation pour éviter les inadéquations des questions, les incompréhensions ou lassitudes de l'enquêté, causes essentielles de questionnaires incomplets. Le media utilisé (face-à-face, téléphone ou écrit), la durée des questionnaires, la complexité des questions ou du point de vue adopté, le langage utilisé, sont autant de points qui doivent retenir l'attention des concepteurs d'enquêtes.

Le problème des non-réponses totales est lié à celui de l'échantillonnage et de la représentativité de l'échantillon tiré. Les refus liés au mode de passation du questionnaire en face-à-face pour des motifs de protection de la vie privée, particulièrement en Amérique du Nord, ont incité les concepteurs à se tourner vers le téléphone. Mais là encore la technique rencontre ses limites avec le problème d'échantillonnage lié à l'existence de listes rouges et le filtrage grandissant par les répondeurs. Les différences culturelles ont été soulignées, avec les pays du Sud privilégiant pour d'évidentes raisons le face-à-face, ou entre pays du Nord avec d'apparentes différences culturelles ou sociales expliquant que tel ou tel media ou incitation à répondre est plus ou moins performant. En outre pour suivre l'étalement urbain on a besoin de données d'observation sur des espaces de plus en plus vastes et le face-à-face devient de plus en plus lourd à gérer dans la logique des grands nombres.

Ces différences ont montré qu'il était difficile de comparer ces méthodes. Le débat dans l'absolu sur les avantages ou inconvénients respectifs du face-à-face, du téléphone et du mode épistolaire risque d'être sans fin. Ce débat n'a de sens que replacé dans un contexte scientifique - et aussi social ou culturel - particulier. C'est ce contexte avec les objectifs de mesure associés qui amèneront à privilégier telle ou telle méthode.

Il n'existe donc pas de méthode idéale. Cependant l'évolution des méthodes mises en œuvre dans différents pays permet d'affirmer raisonnablement que l'on va vers l'émergence de standards d'application de celles-là. Cette convergence des standards devrait in fine, en améliorant la qualité de la production de données, permettre de dépasser le débat entre réalité des différences culturelles et qualité

inégale des méthodes et de leur application. Elle devrait notamment permettre de mieux répondre au problème de la compatibilité entre enquêtes menées à différentes dates sur une même aire. Ce degré de compatibilité est à apprécier par l'explicitation des biais attachés non seulement au questionnaire mais aussi aux modes d'échantillonnage, aux enquêteurs et aux enquêtés.

L'une des conclusions du colloque est que ces biais doivent être explicités, estimés et intégrés dans la publication des résultats. La profession a donc besoin d'édicter et d'appliquer des normes de production de données.

4. DE L'INFORMATION «SANS FORME» A LA CONNAISSANCE

Mots, chiffres, anecdotes, données, modèles, procédures, méthodes, processus, information, connaissance, système d'information... Nous n'avons pas vraiment à discuter de l'importance de l'information dans le processus d'évaluation, d'analyse ou de planification des transports. Que l'évaluation soit analytique, procédurale ou mobilisatrice (manipulatrice), la crédibilité technique de notre intervention conseillère tient toujours à la qualité et à la pertinence des choix méthodologiques que nous devons faire. Ce colloque nous a confirmé, de manière tangible, l'utilité des grands nombres (enquêtes téléphoniques réalisées à des taux de 5 %) pour l'appréciation de la complexité des comportements de déplacements urbains (multiplicité des situations, mixité des modes, évasion socio-fiscale associée à l'étalement urbain).

Dans un tel contexte, les problématiques d'analyse de la capacité des réseaux, d'étude des marchés des divers modes de transport au vu de l'évolution socio-démographique d'après-guerre ainsi que de l'évaluation des effets économiques des déplacements urbains inter-réseaux, se sont vues clarifiées grâce à des traitements de plus en plus fins, selon une approche totalement désagrégée. Diverses innovations récentes, dues essentiellement aux progrès de la micro-informatique, autorisent l'emploi d'une technologie informationnelle qui permet l'intégration de données à référence spatiale de plus en plus fines : géomatique urbaine considérant les adresses, rues, carrefours, places et monuments ainsi que tous les éléments relatifs aux réseaux de transport. Elles permettent d'établir des liens avec les bases de données traditionnelles telles que les données de recensement et les inventaires urbains d'entreprises et d'emploi. Ces progrès font faire un grand pas dans la connaissance des activités de «jour» d'une collectivité qui ne se voit encore qu'administrée par des inventaires réalisés la «nuit».

C'est ainsi que la traditionnelle production de données à l'aide d'enquêtes ad hoc prend place dans un processus de développement d'information qui se complexifie au fil du temps. Les informations multiples, produites par les professionnels du transport et les institutions, mises en forme à l'aide des composants indispensables que sont les logiciels et les bases de données, doivent être mises en cohérence et validées à tous les niveaux qu'il s'agisse de la

planification, de l'exploitation ou de l'usager des transports. Il s'agit là d'un nouveau défi que doivent relever les agences qui mettent en place des observatoires continus de la mobilité.

En outre, on ne cesse d'observer une évolution dans les attitudes et attentes face à la dissémination des données de transport. L'accessibilité du public aux données d'enquêtes de déplacements urbains peut être régie par divers mécanismes : accès public aux professionnels, accès par Internet, dissémination par divers média (logiciels tableurs standards) afin d'en assurer la qualité, l'accessibilité et les usages multiples.

Une gamme d'accessoires éprouvés existe comme la saisie directe des données, la géocodification quasi automatique des localisations spatiales au niveau x-y, les liens relationnels avec les données de recensement, la validation interactive graphique des données à référence spatiale, la pré-codification des réseaux de transport. Néanmoins ces possibilités techniques se heurtent aux barrières juridiques qui existent dans certains pays, dans un souci légitime de protection de la vie privée. D'autres améliorations portent sur les techniques de stratification et de pondération des données d'échantillons, le suivi de la répartition spatiale et socio-économique des non-répondants. Tels sont les résultats caractéristiques et les tendances méthodologiques majeures du colloque.

5. LES DEFIS QUE DOIVENT RELEVER LES METHODES INTERACTIVES

Le fait que les politiques de transport se situent désormais dans une problématique de management clairvoyant de la demande dans un univers de choix politique - budgétaire et environnemental - plus contraint, explique pour une part l'intérêt porté aux méthodes interactives de réponses déclarées. Les méthodes de préférences déclarées, catégorie particulière, sont par exemple un outil désormais reconnu dans plusieurs pays pour donner une valeur à des produits non marchands. Enfin ces méthodes se développent en complémentarité des méthodes d'enquêtes de grands nombres qui cherchent à connaître et comprendre les comportements actuels, tandis que les premières ont pour vocation d'aider à répondre à la question «que se passerait-il si les circonstances étaient différentes ?» ou encore «comment faire pour que les gens agissent ainsi ? ». Les méthodes interactives doivent cependant relever plusieurs défis d'ordre méthodologique et théorique.

Le premier est celui de l'importance centrale de la dotation en information. Quand on teste une situation connue ou pressentie comme telle par l'enquêté -congestion, fréquences de bus, aménagement d'une gare, etc- ce problème peut être a priori ignoré. Ce n'est pas le cas quand on teste une situation inexpérimentée puisqu'alors on risque de faire trop appel à l'imagination des enquêtés. En effet chaque individu au moment de l'enquête se situe dans un contexte donné, dont la perception dépend de la nature de l'information initiale dont il dispose, cette

dernière étant influencée par son vécu individuel et celui de son entourage social. Il est clair que l'expérience que l'on aura eue de la congestion dans sa propre histoire individuelle ou encore l'image du véhicule électrique dans l'inconscient collectif, ont une influence sur la participation à des jeux-simulation abordant ces thèmes respectifs. C'est donc le problème de l'hétérogénéité de la population face à l'information qui est posé. Comment contrôler cette dotation en information initiale ?

Un deuxième défi est lié au phénomène d'apprentissage et à son impact sur les comportements. Comme cela a été souligné ce n'est pas un problème spécifique aux méthodes interactives, puisqu'il existe pour toutes sortes de mesures : par exemple les personnes qui participent à des panels sont beaucoup plus sensibles que le reste de la population. L'interaction entre l'observateur et l'objet qu'il observe, phénomène bien connu en physique quantique et général dans les enquêtes en sciences sociales, est ici rendue plus apparente. Si la dotation en information change, la perception du contexte par l'individu change et ses préférences changent également. La fourniture d'informations supplémentaires au cours d'un jeu-simulation et le déroulement du jeu doivent donc être soigneusement contrôlés et analysés pour mieux comprendre les changements de comportement et leurs mécanismes. C'est d'ailleurs l'un des avantages des méthodes interactives de simulation que d'offrir la possibilité d'observer les processus d'apprentissage sous des conditions partiellement contrôlées.

Le rôle des méthodes interactives de simulation ne se limite pas, loin de là, à fournir un appoint aux méthodes quantitatives. Comme l'ont montré les exemples de simulation de restriction d'énergie, de péage urbain ou d'introduction du véhicule électrique, leur intérêt est d'aider à détecter les circonstances d'adoption ou de rejet qui feront que la nouvelle technologie ou politique marchera ou pas. Elles permettent de donner des indications sur la manière de conduire le processus décisionnel et une politique de changement selon un chemin d'adoption.

Cela nous amène à souligner un troisième défi méthodologique qui est celui du contrôle du changement. En effet au cours d'une simulation, l'information est distillée au cours de quelques étapes, au long desquelles l'individu effectue son apprentissage. Ce dernier est mené de manière accélérée, si l'on considère que dans la réalité pour atteindre un tel degré d'information il faudrait attendre des années. Cette réalité est alors biaisée. L'importance du contrôle de la distillation de l'information comme facteur de changement des comportements, du point de vue de la décision politique souligne l'intérêt de relever ce défi. La réponse à cette question passe aussi par la détermination de la rapidité de diffusion d'une information donnée dans la population.

Enfin pour terminer nous soulignerons le rôle que peuvent jouer les méthodes interactives dans la (re)construction de la théorie. En effet jusqu'ici ce sont surtout des méthodes de préférences déclarées qui ont été utilisées sur un plan instrumental

comme complément aux enquêtes de préférences révélées pour estimer et calibrer les modèles classiques. L'enjeu est ici de dépasser l'approche instrumentale et d'aider à un réexamen critique de la théorie. La caractéristique expérimentale de ces procédures de mesure doit être développée : il s'agit en général soit de tester ou comparer des hypothèses ou théories -comme cela est couramment pratiqué en économie expérimentale- soit de fournir une investigation détaillée des comportements, permettant d'affiner les théories. A la réponse à ces enjeux méthodologiques et théoriques, une bonne part des disciplines des sciences humaines et sociales est conviée.

RESUMES/*ABSTRACTS*

A REVIEW OF SEPARATE AND JOINT STRATEGIES FOR THE USE OF DATA ON REVEALED AND STATED CHOICES

Peter R. Stopher
Louisiana State University, Bâton-Rouge

Ce papier est centré sur l'analyse des stratégies associant la collecte de données sur les préférences révélés et les réponses déclarées relatives aux comportements de déplacements. Il porte à la fois sur les raisons de ces stratégies et sur leurs conséquences en matière de conception d'enquêtes. Dans une première partie, le papier passe en revue l'évolution des enquêtes déplacements, mettant l'accent plus particulièrement sur les enquêtes-ménages aux Etats-Unis. Sur cette base, les caractéristiques d'une bonne conception sont étudiées, notamment du point de vue de l'adaptation à l'enquêté et de l'évolution du recueil du programme d'activités vers un recueil de l'emploi du temps. Le papier aborde ensuite les problèmes de collectes combinées de données sur les préférences révélées et les réponses déclarées. Il explore les enjeux de cette combinaison et l'importance des liens entre ces deux types de données. L'article conclue en soulignant les caractéristiques d'une conception globale d'une enquête ménages sur les déplacements et les raisons justifiant l'intérêt croissant pour la collecte de données sur les réponses déclarées.

Mots-clés : préférences révélées ; réponses déclarées ; enquêtes-ménages ; conception globale d'enquête ; combinaison de méthodes.

A REVIEW OF SEPARATE AND JOINT STRATEGIES FOR THE USE OF DATA ON REVEALED AND STATED CHOICES

Peter R. Stopher
Louisiana State University, Bâton-Rouge

This paper focuses on joint strategies, and the reasons for such strategies, for the design of surveys that collect both revealed choice and stated response data on travel behavior. Initially, the paper reviews the evolution of travel surveys with an emphasis on household-based surveys in the United States of America. Using this platform, the hallmarks of good design are explored with a particular focus on both respondent burden and the shift from activity to time-use diaries. The paper then addresses the issue of collecting both revealed choice and stated response data and explores reasons why the two types of data should be linked and the importance of relationship between the two. The paper concludes by outlining the features of a comprehensive design of a household travel survey and reasons why there is an increasing emphasis on collecting stated response data.

Key-words: revealed choice; stated response; household travel surveys; total design; joint strategies.

SYMPHONIE D'USAGES DES GRANDES ENQUETES ORIGINE-DESTINATION, EN TOTALEMENT DESAGREGE MAJEUR, OPUS MONTREAL 87 ET 93.

Robert Chapleau
Département de Génie Civil
Ecole Polytechnique de Montréal

Selon une approche invitant à l'intégration et à la cohérence des systèmes informationnels utilisés dans la planification des réseaux de transport urbain, divers aspects méthodologiques des grandes enquêtes téléphoniques telles que réalisées à Montréal par la S.T.C.U.M. (Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal) sont examinées pour leurs potentialités analytiques. Spécifiquement, le système MADITUC (Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires de Transport Urbain Collectif) a réalisé une symbiose avec les grands fichiers de déplacements provenant de ces enquêtes (STCUM 1982, 1987 et 1993) afin de renouveler complètement les divers paramètres de la modélisation des transports urbains. Dans un tel contexte, une approche informationnelle dite «totalement désagrégée» fait appel à des bases de données géomatiques, à une localisation fine des lieux d'origine et de destination des déplacements, ce qui autorise des applications peu communes en analyse des transports. Des applications spéciales, tirées des enquêtes téléphoniques sont illustrées : étude des aspects redistributifs des transports, carte d'utilisation du sol, caractérisation socio-démographique fine de la mobilité, modélisation de la génération des déplacements des grands équipements structurants, conditions d'intermodalité etc.

Par la démonstration de ces facultés propres aux grandes enquêtes couplées à des facilités géomatiques actuelles, il est fait état des transpositions possibles aux domaines de l'analyse comportementale (marketing) et de l'information directe à l'usager, applications nécessitant une cohérence tant avec la planification stratégique qu'avec la planification opérationnelle des réseaux.

Mots-clés : enquêtes origine-destination ; MADITUC ; planification ; réseau ; totalement-désagrégé ; transport urbain.

SYMPHONIE D'USAGES DES GRANDES ENQUETES ORIGINE-DESTINATION, EN TOTALEMENT DESAGREGE MAJEUR, OPUS MONTREAL 87 ET 93.

Robert Chapleau
Département de Génie Civil
Ecole Polytechnique de Montréal

This paper examines the analytical potential of different methodological elements used in large-scale telephone surveys, such as those conducted by the Montreal Urban Community Transit Corporation (MUCTC) in 1987 and 1993, using an approach which is conducive to the integration and coherence of information systems for the planning of urban transportation networks. The MADITUC system (acronym for Disaggregate Analysis Model of Urban Transit Itineraries), in particular, creates a symbiosis with the trip databases which were derived from the surveys in order to completely renew different parameters used in modeling urban transportation systems. In this context, a so-called "totally disaggregate approach", requires geomatic databases and a precise identification of trip origins and destinations, thus opening the door to seldom-used applications in transportation analyses. Special applications drawn from the telephone surveys are illustrated: a study of the redistributive effects of transportation, an activity-based map, socioeconomic and demographic characterization of mobility, trip generation modeling of important trip attractors, multimodality studies, traveler information system, object oriented modeling, etc.

The potential of large-scale surveys coupled with actual geomatic capacities, allow for possible transpositions to behavioural analysis (marketing) and direct information to the user- applications requiring a coherence between strategical planning as well as network operations planning.

Key-words: origin-destination survey; MADITUC; planning; network; totaly-desaggregated; urban transport.

LES ENQUETES MENAGES FRANCAISES

Marie-Odile Gascon
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, Lyon

Les enquêtes ménages françaises constituent une source inégalée d'information sur la mobilité dans les agglomérations françaises. En recueillant l'ensemble des déplacements, tous modes confondus, elles permettent d'évaluer les politiques locales de transport. De plus, grâce aux données socio-économiques collectées, il est possible de faire de la prospective à long terme : la connaissance des tendances lourdes et l'élaboration de lois de comportement permettent de faire fonctionner des modèles agrégés -les plus utilisés en France- pour la prévision.

Elles sont aujourd'hui réalisées en face à face grâce à la collaboration de professionnels de l'INSEE le plus souvent. C'est un gage de fiabilité et de comparabilité qu'il est indispensable de préserver.

L'éventualité d'un recueil par téléphone n'est pas envisagée dans l'immédiat, à la fois parce que cette méthode ne permet pas de saisir correctement les déplacements «non obligés» et parce qu'elle n'a pas fait la preuve d'un coût moindre pour atteindre les mêmes objectifs. En revanche, il est indispensable de réfléchir à un outil spécifique pour les villes moyennes, aux objectifs et aux moyens financiers plus modestes.

«Enquêtes ménages» : sous ce terme un peu générique, il s'agit d'enquêtes sur les déplacements auprès des ménages pilotées et réalisées par les collectivités locales sur la base d'une méthodologie établie par l'Etat.

Mots-clés : comparabilité ; évaluation ; face à face ; fiabilité ; intermodalité ; mobilité ; modèles ; prospective.

LES ENQUETES MENAGES FRANCAISES

Marie-Odile Gascon
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, Lyon

Household travels surveys undertaken by the French government constitute an unparalleled source of information on personal mobility in the urban areas of France. They collect data on travel by all modes, from which it is possible to evaluate the effects of local transport policies. Moreover, using data collected on socio-economic characteristics it is possible to make long term forecasts: the most stable trends and the factors most associated with different travel behaviours drive aggregate predictive models which are among the most used models in France.

The surveys are currently carried out using face-to-face methods, which is possible because of the frequent involvement of INSEE's professional staff. Conserving this approach is seen as indispensable to maintaining these surveys' high standard of reliability.

The possibility of switching to telephone-based methods is not currently envisaged, not only because it would not yield adequate data on «non-mandatory» trips, but also because they have not been shown to reduce costs for surveys meeting the same objectives as at present. However, it is unquestionably necessary to find an lower cost survey tool for medium sized urban areas, for which the objectives must necessarily be more modest.

Key-words: comparability; evaluation; face-to-face; reliability; inter-modal; mobility; models; forecasting.

TECHNIQUES VIDEO ET ENQUETES MENAGE DANS LA PLANIFICATION DES TRANSPORTS DANS LES PED : LE CAS DE MARRAKECH

Yves Bussière
INRS-Urbanisation, Institut national de la recherche scientifique, Université du Québec, Montréal
Ron G. Rice
École d'Urbanisme, Université Mc Gill, Montréal
Ahmed Bencheikh
Institut national de statistique et d'économie appliquée, Rabat

Notre objet est d'étudier l'utilisation de sources de données complémentaires pour des analyses de mobilité dans le contexte de pays en développement. Une brève description est fournie des enquêtes ménage menées à domicile par entrevue à Marrakech (Maroc) et à Puebla (Mexique) ainsi que des procédés et des résultats préliminaires d'une expérimentation menée à Marrakech de cueillette de données à partir de comptages vidéo. La réalisation des deux enquêtes ménage à Marrakech et à Puebla a révélé un certain nombre de difficultés: une base d'échantillonnage déficiente, la difficulté de réaliser des enquêtes cordon et des enquêtes "écran", la nécessité d'adapter les procédures des enquêtes à domicile, la difficulté de spatialiser de façon fine les résultats. Dans ce contexte, l'utilisation de comptages vidéo à Marrakech peut permettre de (1) compléter l'enquête ménage pour recenser les déplacements à destination de la région d'analyse et ayant comme provenance la périphérie, non échantillonnée dans l'enquête, (2) faciliter la calibration de l'enquête ménage en comparant les données de l'enquête avec des flux réels à des points bien identifiés, (3) mesurer la part des modes à traction animale dans le transport des personnes et (4) mesurer les flux de déplacements des marchandises sur les principales artères de l'agglomération.

Mots clés : vidéos ; enquêtes-ménages ; origine-destination ; Marrakech ; pays en développement.

TECHNIQUES VIDEO ET ENQUETES MENAGE DANS LA PLANIFICATION DES TRANSPORTS DANS LES PED : LE CAS DE MARRAKECH

Yves Bussière
INRS-Urbanisation, Institut national de la recherche scientifique, Université du Québec, Montréal
Ron G. Rice
École d'Urbanisme, Université Mc Gill, Montréal
Ahmed Bencheikh
Institut national de statistique et d'économie appliquée, Rabat

Our objective is to study the use of complementary data sources for the analyses of travel mobility in the context of developing countries. A brief description is provided of household surveys conducted by personal interview in Marrakech (Morocco) and in Puebla (Mexico), as well as procedures and preliminary results of an experiment undertaken in Marrakech to collect complementary data by video monitoring. The conduct of the two household surveys in Marrakech and Puebla revealed a number of difficulties: an insufficient survey data base, an inability to conduct adequate cordon surveys and screenline counts, the necessity to adapt household survey procedures, and the difficulty of disaggregating the results spatially. Within this context, the utilization of video monitoring allows for: (1) the development of information on travel patterns in the periphery of the region beyond that gathered by the household survey, (2) the facilitation of the calibration of the household survey by allowing for the comparison of survey data with traffic volumes at key locations, (3) the measurement of the role of animal-powered transport for person travel and (4) the measurement of goods movements on major arterials within the urban area.

Key-words: videos; household surveys; origin-destination; Marrakech; developing countries.

TRANSPORTATION TOMORROW SURVEYS IN TORONTO: SPECIAL FEATURES AND DATA DISSEMINATION PROGRAM

Gerald N. Steuart
University of Toronto

Une des caractéristiques particulières des données de déplacements urbains réside probablement dans la diversité des utilisations. Plusieurs d'entre elles posent une série unique de conditions sur la collecte, la gestion et la diffusion des données si on les compare à d'autres productions de données. Ce papier présente certaines caractéristiques de ces conditions et illustre dans quelle mesure elles sont intimement liées à la convention de recherche liant les collectivités locales, le gouvernement provincial et l'Université de Toronto.

Lors des premières enquêtes, tous les occupants d'un échantillon aléatoire de logements étaient interviewés par voie postale, en face à face ou par téléphone sur leurs déplacements. La plupart des agglomérations nord-américaines ont utilisé une de ces techniques dans les années soixante. Contrairement à l'évolution des Etats-Unis, les agglomérations canadiennes continuent de collecter les données avec de très gros échantillons et ont affiné les techniques d'interview téléphoniques. La principale innovation de l'enquête de Toronto de 1991 réside dans l'utilisation de micro-ordinateurs pour assister la collecte des données. L'objectif de la saisie directe des données était d'améliorer la qualité des données produites. Le résultat a consisté non seulement dans cette amélioration, mais a également produit de manière inattendue une productivité accrue des enquêteurs.

L'enquête de Toronto, comme la plupart des enquêtes comportant des données spatiales, utilise une géocodification des données. Cette géocodification a été entendue à un ensemble de bases de données géographiques utilisées par les planificateurs de transport. L'intérêt du système a été accrue par l'utilisation du système de coordonnées géographiques développé par Statistiques Canada.

L'utilisation large des données dépend en grande partie de leur mise à disposition rapide sous un format accessible à un large spectre d'utilisateurs. De nombreuses agglomérations ne valorisent pas pleinement les millions de dollars investis dans la production des données du fait de moyens insuffisants pour leur dissémination. L'expérience de Toronto montre que la diffusion adéquate des données est possible mais qu'elle nécessite un budget analogue à celui de l'enquête. En revanche, le coût moyen des études de planification bénéficiant de ces données reste constant. De plus, la mise en commun des données accroît les échanges entre les services des collectivités et de ce fait limite la répétition d'études identiques. Elle permet ainsi d'accorder davantage d'attention aux résultats des études de planification, plutôt qu'à la qualité des données utilisées.

Mots-clés : déplacement urbain ; collecte de données ; processus de diffusion ; université-collectivité ; partenariat.

TRANSPORTATION TOMORROW SURVEYS IN TORONTO: SPECIAL FEATURES AND DATA DISSEMINATION PROGRAM

Gerald N. Steuart
University of Toronto

The variety of applications for urban travel data is perhaps its most distinguishing characteristic. Diverse applications pose a unique set of conditions on the collection, processing and dissemination of urban travel data when compared to other data collection efforts. This paper describes some of features of these unique conditions and describes how these conditions are an integral part of the rationale for a co-operative research project between local governments, the provincial government, and the University of Toronto.

Standard procedure in early data collection efforts for urban travel was to interview the occupants of a random sample of the residences in an urban area. The common methods of data collection for this diary of daily trips were: mail-back questionnaire; personal interview; or a telephone interview. Most urban areas in North America used one of these techniques in the 1960's to collect urban travel data. Contrary to trends in the United States, Canadian cities continue to collect data from a large sample and have refined the use of telephone interviews. The major refinement in Toronto for a travel survey in 1991 was the use of a personal computer to assist in the interview process. The intention of direct computer entry was to improve the quality of travel data. The result was not only an improvement in quality but an unexpected improvement in the productivity of interviewers.

Data processing in the Toronto surveys, as with most current spatial data, incorporated geo-coding to a commonly accepted co-ordinate system. A process of converting the geographic base for a variety of other spatial information commonly used by transportation planners was carried out. The procedures was enhanced by adopting the same co-ordinate system as that used by Statistics Canada.

Perhaps the most important condition for extensive use of travel data is the process of making data available in a timely manner and in a useful format to a variety of users. Many urban areas do not realise the full potential of the millions of dollars invested in data collection by not allocating sufficient resources to data dissemination. Experience in the Toronto area indicates that the cost of effective information processing after the completion of a travel survey is of the same magnitude as the survey itself. Efficient processing of travel information is possible and the cost per planning project does not increase with data sharing. Data sharing has the added benefit of improving communications between agencies and reduces the amount of duplicate effort. The result is a planning environment where the discussion focuses on the issues rather than on the validity of the data.

Key-words: urban travel; data collection; information processing; university-public; sector partnership.

RESPONSE RATES - DO THEY MATTER?

Elizabeth Ampt
Steer Davies Gleave, London

Les données sur les déplacements urbains sous une forme ou une autre sont constamment utilisées comme base pour la planification et les décisions publiques. Il est dès lors fondamental que les données produites soient valides et fiables, car il pourrait être avancé que des données non valides peuvent avoir des implications sur les politiques de transport pire que l'absence complète de données.

Ce papier traite d'une des dimensions relatives à la qualité des données -le taux de réponse- et analyse ses implications sur les données de déplacements. Il étudie cette question en relation avec le mode d'enquête : questionnaire auto-administré, enquête sur le bord de la route et interview dans des générateurs tels que les centres commerciaux. L'attention est portée sur les taux de réponse pour ce dernier type d'enquête dans la mesure où cette donnée est la plupart du temps totalement négligée.

Quelques hypothèses et recommandations sont proposées pour améliorer les taux de réponse. Parallèlement des besoins de recherche complémentaires sont identifiés sur certaines dimensions.

Mots-clés : enquêtes aux générateurs ; non-réponse ; enquêtes embarquées ; taux de réponse ; enquêtes auto-administrées ; échantillonnage des enquêtes de réponses déclarées ; validation.

RESPONSE RATES - DO THEY MATTER?

Elizabeth Ampt
Steer Davies Gleave, London

Travel data of one form or another is constantly being used as the basis of planning and decision making. It is therefore critical that the data produced is valid and reliable - since it could be argued that non-robust data has policy implications which are worse than having no data at all.

This paper takes one of the elements of data quality -response rates- and looks at their implications on travel data. It discusses them in relation to self-completion interviews, roadside interviews, and interviews at activity centres and reviews the different effects they have on results. Response rates from activity centre surveys are given particular attention due to their almost total neglect to date.

Some recommendations and speculations for future techniques to increase response rates are made, together with some areas in which more research is clearly necessary.

Key-words: hall surveys; non-response; on-board surveys; response rate; self-completion surveys; stated preference sampling travel survey; validation.

CORRECTION DE LA NON-REPONSE DANS L'ENQUETE TRANSPORTS 1993-94 : L'EXEMPLE DES DEPLACEMENTS QUOTIDIENS

Jimmy Armoogum
Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, Paris
Jean Loup Madre
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Paris

Dans presque tous les recensements et tous les sondages, il y a des réponses manquantes, même si on tente d'y remédier avant et pendant la collecte des données. On distingue deux catégories de non-réponse :

- la non-réponse totale (questionnaire non rempli), provient de diverses causes (absence, refus, incapacité à répondre...) ;
- la non-réponse partielle (questionnaire partiellement rempli), due au refus devant certaines questions sensibles ou à un remplissage fastidieux de documents d'enquêtes.

Il n'y a aucune raison pour que les comportements moyens des répondants et des non-répondants soient «semblables». Ainsi en calculant des estimateurs sur les données qui sont disponibles (échantillons des répondants sans correction des non-réponses), nous sommes confrontés à des problèmes de biais, dont on ne saura définir a priori ni le sens ni l'ampleur.

Sur la base du questionnaire de la dernière enquête nationale sur les transports portant sur les déplacements de la veille et du dernier week-end, nous nous proposons d'exposer la démarche méthodologique adoptée pour pallier les différents types de non-réponses. Pour corriger les erreurs de non-réponse totale et d'échantillonnage, nous avons utilisé une technique de pondération en deux étapes :

- correction des non-réponses : par une post-stratification, afin d'éliminer les biais dus à la non-réponse totale ;
- correction des erreurs d'échantillonnage : par calage sur des distributions connues dans la population.

Concernant la de non-réponse partielle, les techniques de corrections utilisées en général sont celles de l'imputation. Nous limiterons l'exposé aux principaux modèles d'imputation qui traitent en général chaque variable séparément. En outre, il est très important de garder une cohérence entre les variables essentielles du questionnaire (i.e. : les distances, les durées, les moyens de transport...). Nous exposerons les méthodes pragmatiques adoptées et leurs résultats.

Mots-clés : non-réponse totale ; non-réponse partielle ; post-stratification ; calage sur marges ; imputation.

CORRECTION DE LA NON-REPONSE DANS L'ENQUETE TRANSPORTS 1993-94 : L'EXEMPLE DES DEPLACEMENTS QUOTIDIENS

Jimmy Armoogum
Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, Paris
Jean Loup Madre
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Paris

Almost all census and all sample surveys contain incomplete data, even if measures are implemented before and during the data collection to avoid it. Different types of nonresponse may occur:

- total nonresponse, when none of the variables of interest is measured for a unit (non coverage, not-at-home, unable to answer and the «hard core»);
- item nonresponse, when for some questions either no answer is given or the answer is clearly wrong and must be deleted (questions that are sensitive or for which the respondent does not have the information, boring document to fill for a whole week like the «carnet-voiture»: a trip diary for a car in each household).

There is no reason for the people who respond to behave like those who do not respond. Thus, in computing estimates from the available data collected from respondents, we may face biases, whose size and direction are unknown.

Taking the example of daily trips in the French National Passenger Transportation Survey, we will explain our methodological options to cope with these problems. In order to correct the unit or total nonresponse we used a two stages weighting method:

1) Nonresponse correction: post-stratification. We describe the response mechanism by defining with a logit model the strata, where response rates are homogeneous;
2) Sampling error correction: calibration on margins. The reference population is ordinary households known by updating data from the census.

Imputation procedures are common methods of adjusting data set for item nonresponse (missing values). Indeed, it is easier to use a «clean data matrix», because it avoids problems arising from estimations out of response sets of various sizes. There are strong relationships between the main variables collected in a travel diary, which are distance, trip-duration, trip-purpose and mean of transportation. Our method keeps the consistency between these variables. For instance, the mean speed during a trip stays within reasonable limits. We will describe the main imputation procedures and show how they have been implemented for daily trips in the French N.P.T.S..

Key-Words: survey methods; data validation and correction; non-response; weighting procedures; daily mobility.

PROBLEMS AND SOLUTIONS IN URBAN TRAVEL SURVEY

Gerd Sammer
Institute for Transportation Studies
University Bodenkultur, Vienna

L'objectif de ce papier est d'analyser quelques problèmes courants des enquêtes de déplacements urbains et de proposer des solutions à partir d'expériences de terrain. L'accent est tout particulièrement mis sur l'analyse des différents types d'erreurs sur les données de mobilité, la correction et la validation des données.

La collecte des données sur les comportements de déplacements est généralement très coûteuse et chronophage. Il est dès lors nécessaire de porter une attention particulière sur les méthodes de collecte et d'expansion des données. Plusieurs sources d'erreur, qui sont parfois délicates à identifier, peuvent distordre les résultats. L'erreur associée au tirage aléatoire de l'échantillon n'est pas le problème central des enquêtes de déplacements urbains. Toutefois, il convient de souligner que la non prise en compte de cette erreur peut conduire à des interprétations erronées. Les non-réponses sont une source importante de biais dans la mesure où les comportements de déplacement des répondants sont très différents de ceux des non-répondants. Il est donc nécessaire d'atteindre un taux de réponse d'au moins 60 %. Les non-réponses doivent être prises en compte dans les opérations de redressement et d'expansion des données.

En général, une procédure de redressement implantée pas à pas est mathématiquement inconsistante et fournie des résultats biaisés. Par contre, une procédure de pondération simultanée et mathématiquement consistante permet d'éliminer ce type de biais. La possibilité de valider les données par comparaison avec d'autres sources de données est trop souvent négligée. Il s'agit pourtant d'une source efficace de contrôle de la qualité des données produites.

Mots-clés : erreur d'échantillonnage ; enquêtes déplacements ; non-réponse ; procédure de redressement ; validation externe ; procédure d'enquête.

PROBLEMS AND SOLUTIONS IN URBAN TRAVEL SURVEY

Gerd Sammer
Institute for Transportation Studies
University Bodenkultur, Vienna

The purpose of this paper is to analyse current problems in surveys of travel behaviour and to suggest solutions based on empirical experience. The formulation of various errors in mobility behaviour, correction and checking are dealt with in particular.

The collection of data on travel behaviour is generally very expensive and time-consuming. Special attention must therefore be paid to the methods of collection and projection; numerous possibilities for error which are difficult to recognize can distort the results. The random sampling error is not the central problem in travel behaviour surveys. But it must be stated, that a not determined random sampling error can lead to false interpretation. The non-response of travel behaviour surveys is an important source of bias, since the behaviour of those responding and those not responding is very different. Therefore the response rate should attain a quota of more than 60 %. The non-response effect must be taken into account in establishing weighting and projections.

In general a step-by-step weighting procedure of often mathematically inconsistent and provides distorted results. Through simultaneous and mathematically consistent weighting procedures such distortion errors can be eliminated. Plausibility checks with other independent sources of data receive too little attention in practice. They are a good way to check the quality of travel-survey data.

Key-Words: sampling error; travel survey; non-response; weighting procedure; plausibility check; survey procedure.

RAISONS DU PASSAGE DU MODE EPISTOLAIRE AU MODE TELEPHONIQUE POUR L'ENQUETE SUISSE SUR LES TRANSPORTS

Alain Junod
Office fédéral de la statistique
Division de l'Economie Spatiale-Section des transports, Zurich

Depuis 1974 a lieu tous les cinq ans une enquête sur le comportement de la population suisse en matière de transports. Les problèmes liés aux tests de plausibilité des données enregistrées et le besoin d'avoir des résultats plus précis sur les moyens de transport ont amenés l'introduction de l'enquête téléphonique. On réalise ainsi un saut qualitatif des résultats qui autorise des analyses plus détaillées. L'enquête a été répartie de manière uniforme sur toute l'année, ce qui permet l'étude des variations saisonnières et des extrapolations fiables au niveau de la population suisse.

Mots-clés : CATI ; comportement ; déplacement ; étape ; épistolaire ; motif ; moyen de transport ; téléphonique.

RAISONS DU PASSAGE DU MODE EPISTOLAIRE AU MODE TELEPHONIQUE POUR L'ENQUETE SUISSE SUR LES TRANSPORTS

Alain Junod
Office fédéral de la statistique
Division de l'Economie Spatiale-Section des transports, Zurich

There has been a travel survey of the Swiss population every five years since 1974. Problems revealed by tests of the credibility of the data collected, and a need to obtain more detailed information on modes of transport, have led to the introduction of telephone-based methods. A pronounced qualitative shift in results after the telephone method was adopted has warranted a close examination of what may have changed. The survey is carried out throughout the year, which permits the analysis of seasonal variations and the reliable expansion of the results to the entire population of Switzerland.

Key-words: CATI; behaviour; trips; trip-stages; postal; transport mode; telephone.

TELEPHONE OU FACE A FACE : EVALUATION COMPARATIVE DE DEUX METHODES D'ENQUETE

Patrick Bonnel, Michel Le Nir
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

Le développement de l'outil téléphonique dans la passation des enquêtes tant en France qu'à l'étranger amène à se poser la question de son usage dans les enquêtes sur les déplacements urbains. Cette question se pose avec d'autant plus d'acuité que ce mode d'enquête est déjà largement utilisé dans de nombreux pays pour recueillir des données sur les déplacements quotidiens, avec dans certains cas des coûts extrêmement faibles par rapport aux «enquêtes ménages» françaises réalisée en face à face. Certes, les objectifs sont alors très différents, ainsi que la méthodologie. Enfin, le développement des systèmes CATI/CAPI (Enquêtes assistées par ordinateur) facilite l'administration et le suivi de l'enquête. Dès lors, il nous semble intéressant d'essayer de faire le point sur les avantages réciproques des deux modes d'enquête.

Pour cette analyse, nous nous sommes appuyés sur un schéma de méthodologie d'enquête comportant 6 étapes : objectif de l'enquête, population de référence, échantillonnage, questionnaire, mode d'enquête et traitement des données. Cette présentation ne signifie pas que ces phases sont séparées les unes des autres. Bien au contraire, nous analysons successivement les relations entre le mode de passation (téléphone - face à face) de l'enquête et ces différentes phases de l'enquête.

Nous montrons ainsi que la réalisation d'enquêtes sur les déplacements urbains est possible à l'aide du mode téléphone. Ce mode apparaît même, dans un certain de cas, plus souple dans la gestion de l'enquête et d'un coût plus réduit. Toutefois, la faiblesse des comparaisons de mode d'enquête dans le domaine des déplacements urbains laisse en suspend certaines interrogations. La principale d'entre elles concerne la représentativité de l'échantillon. Le développement de la liste rouge, et la tendance à la baisse du taux de réponse constatée sur les enquêtes récentes en France exclus, de fait, une part importante de la population. Peut-on faire l'hypothèse d'un comportement identique de cette population et de celle qui est enquêtée ? Il n'en reste pas moins que le choix de la méthodologie d'enquête et donc du mode d'enquête reste conditionné par les objectifs de la production des données, nécessitant donc une explicitation de ces derniers.

Mots-clés : face à face ; téléphone ; qualité ; méthode d'enquêtes ; déplacements urbains.

TELEPHONE OU FACE A FACE : EVALUATION COMPARATIVE DE DEUX METHODES D'ENQUETE

Patrick Bonnel, Michel Le Nir
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
ENTPE, Université Lumière Lyon 2, CNRS

The development of telephone-based survey methods in France and other countries has led to the question of their suitability for urban travel surveys. This question has taken on increased importance now that this method is already widely used in many countries to measure day-to-day travel, in some cases at very low cost compared to the French face-to-face household travel surveys. It must be said that not only the methodologies but also the objectives are different. Moreover, Computer-Aided Telephone Interview (CATI) systems have been developed to aid the administration and quality control of surveys. It is therefore timely to review the respective advantages of these two classes of survey.

We have organised this analysis around a six-stage framework for survey methods: survey objectives, target population, sampling, instrument, contact method, and data processing. This is not to suggest that these stages should each be treated in isolation. On the contrary, we examine in turn the relationship between the contact method (telephone or face-to-face) and each of the survey stages.

We show that urban travel surveys are indeed feasible using telephone contact. In some cases, this method offers greater flexibility in the administration of a survey at a lower cost. However, certain questions remain open because of flaws in some comparisons of urban travel survey methods. The most important unsettled issue is that of the representativeness of samples. The growth of ex-directory (unlisted) numbers, and an important recent decline in the response rate of surveys in France, mean that surveys are indeed missing an important portion of the population. Is it reasonable to assume that the missing respondents behave in an identical way to those who respond to travel surveys? These concerns cannot but reinforce the importance of choosing a methodology only after careful consideration of why the data are needed, which compels us to ensure that a survey's objectives are made clear in the first place.

Key-words: face-to-face; telephone; quality; survey methods; urban travel.

L'ENQUÊTE TÉLÉPHONIQUE ORIGINE-DESTINATION DE MONTRÉAL 1993

Philippe Dorland
Réalités Canadiennes/Canadian Facts, Montréal
Pierre Giard
Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal
Pierre Lavigueur
École Polytechnique de Montréal
Mario Pimpare
Service de la modélisation et des bases de données, STCUM, Montréal

Ce document constitue une synthèse d'informations extraites de trois présentations (8e Entretiens Jacques Cartier) traitant notamment de l'expérience montréalaise des enquêtes-ménages téléphoniques et plus spécifiquement de la plus récente de ces enquêtes, réalisée en 1993. Il présente de nombreux éléments techniques faisant état de l'implication des co-réalisateurs de l'enquête, le Ministère des transport du Québec et la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal, ainsi que de la société privée Réalités Canadiennes, engagée pour la réalisation des interviews.

Il comporte une présentation générale de l'enquête téléphonique de 1993, un portrait de quelques spécificités de cette enquête et une section faisant état de quelques usages théoriques et typiques des systèmes d'information dérivés.

Il met en lumière notamment l'intégration des procédures et des technologies modernes et les avantages qui en résultent. Ces derniers sont organisationnels, mais aussi et peut-être surtout ont des effets sur la nature et la qualité des informations recueillies. Certaines des implications techniques des opérations de saisie directe, de représentativité et de stratification, de géocodification etc. sont présentées. D'autre part, les deux principaux réalisateurs de cette enquête, le Ministère des transports du Québec et la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal décrivent quelques utilisations typiques des systèmes d'information dérivés des enquêtes-ménages. Pour le premier, une description succincte de l'intégration des produits de l'enquête à la réalisation de sa mission a été proposée. Quant à la STCUM, où une tradition dans l'exploitation des résultats d'enquête s'est développée depuis plus de 25 ans, elle propose une démonstration, sous une perspective marketing, de l'usage des enquêtes-ménages. Il y est notamment démontré que, couplés à une approche de type totalement désagrégée, les systèmes d'informations des enquêtes-ménages peuvent révéler la mobilité urbaine sous une perspective qui permet d'enrichir le processus de planification.

Mots-clés : codification ; échantillonnage ; enquête-ménages ; marketing ; Montréal ; saisie directe ; stratification ; validation.

L'ENQUÊTE TÉLÉPHONIQUE ORIGINE-DESTINATION DE MONTRÉAL 1993

Philippe Dorland
Réalités Canadiennes/Canadian Facts, Montréal
Pierre Giard
Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal
Pierre Lavigueur
École Polytechnique de Montréal
Mario Pimpare
Service de la modélisation et des bases de données, STCUM, Montréal

This document was built from three presentations (8th Entretiens Jacques-Cartier) on the Montreal experience of telephone O-D surveys and, especialy, the most recent one held in 1993.

It shows technical elements about responsibilities of Quebec Ministry of Transportation and Montreal Urban Community Transit Commission, and also the implication of Canadian Facts, a private corporation hired to perform telephone surveys. After a general presentation, specificities of the survey are discussed, as well as some theoretical and typical usage of derived information systems.

The paper shows among all procedures and modern technologies used in performing the survey, but mostly the advantages resulting from their integration. Those are organisational, but also have effects on nature and quality of collected information. Technical stakes of sampling, stratifying information, geocoding, ... are presented.

On the other hand, main partners (Quebec Ministry of Transportation and Montreal Urban Community Transit Commission) describe typical usage of information systems based on OD surveys in their organisation. Fisrt, QMT explains how survey products are integrated to perform its mandate. Second, MUCTC focuses on how O-D surveys are used for marketing purposes. At MUCTC, working with extensive O-D surveys is now a tradition developed over 25 years. It is demonstrated that, coupled with a totally disaggregate approach, information systems built around O-D surveys can reveal urban mobility under perspectives allowing to enrich the planning process.

Key-words: coding; sampling; O-D surveys; marketing; Montréal; stratification; validation.

MOBILITY SURVEYS IN PORTO AND LISBON: DATA PRODUCTION METHODOLOGIES AND CRITICAL EVALUATION

José Manuel Viegas, TIS
Transportes, Inovação e Sistemas, Lisbonne
Faustino G. Gomes
CISED Consultores, Lisbonne

La première enquête de mobilité à grande échelle du Portugal a été réalisée au début des années quatre-vingt-dix respectivement à Porto et Lisbonne. Dans les deux cas, il convient de noter que l'initiative a été prise par les opérateurs de transports collectifs.

Ce papier présente les options méthodologiques et les principales caractéristiques de ces deux enquêtes. Il décrit ensuite les principaux indicateurs de mobilité obtenus pour les deux agglomérations. Des hypothèses sont formulées pour expliquer les différences apparaissant entre les deux agglomérations pour certains indicateurs.

Certaines des innovations méthodologiques sont présentées et discutées., notamment :

- la géocodification détaillée de toutes les localisations (adresse du ménage, origines-destinations des déplacements, lieux de correspondances). Cette codification a été réalisée à partir de la désignation usuelle des lieux par les enquêtés ;
- l'utilisation intensive du téléphone pour la génération de l'échantillon et la réalisation des interview ;
- l'identification et le recueil de tous les déplacements de la veille pour une seule personne du ménage choisie aléatoirement, au lieu de tous les déplacements de tous les membres du ménage.

L'analyse des résultats permet d'insister non seulement sur les différences apparaissant entre la ville centre et les banlieues, ou entre les deux agglomérations du fait de leur taille respective, mais aussi sur l'impact de l'existence du métro depuis 30 ans à Lisbonne sur les comportements de mobilité des ménages.

Mots-clés : mobilité ; enquêtes ; méthodologie ; évaluation ; géocodofication ; questionnaires ; indicateurs.

MOBILITY SURVEYS IN PORTO AND LISBON: DATA PRODUCTION METHODOLOGIES AND CRITICAL EVALUATION

José Manuel Viegas, TIS
Transportes, Inovação e Sistemas, Lisbonne
Faustino G. Gomes
CISED Consultores, Lisbonne

The first large scale mobility surveys in Portugal were made in the early nineties, respectively in Porto and Lisbon, in both cases with the particularity that the initiative was taken by Public Transport operators.

This paper presents the essential information about the dimensions and methodological options taken in those surveys, followed by a joint presentation of the main indicators obtained, accompanied by some possible interpretations about the differences in those indicators between the two cities.

In the methodology part, some of the innovative points have been a systematic detailed geocoding of all sites identified (residences, trip ends and transfer points), with a systematic use of common language designations; an intensive use of the telephone as a basis for sample generation and for interviewing; and the identification of all trips of the previous day for only one randomly selected person in the family, instead of all trips of all persons. All these choices are justified in the paper.

In the part dedicated to the results, some aspects are pointed out in connection not only to the differences between central city and suburbs, or to the different sizes of the two cities compared, but also to the influence of the existence of the underground in Lisbon for some 30 years on the mobility preferences of its inhabitants.

Key-words: mobility; surveys; methodologies; evaluation; site coding; forms; indicators.

POTENTIAL OF CANADIAN CENSUS DATA TO COMPLEMENT TRAVEL SURVEYS

David Kriger
DELCAN Corporation, Ottawa

Au Canada, des efforts importants ont été déployés afin d'adapter des enquêtes origine-destination à des zones urbaines individuelles. Présentement, les pressions pour rationaliser ou rediriger les efforts de collecte de données de transport de ce type sont fortes. Celles-ci sont dues à des contraintes budgétaires, mais également à des changements dans la structure économique du pays et à l'intégration croissante des économies locales. De plus, les enquêtes ne peuvent facilement saisir les exigences des données de plusieurs problématiques nouvelles de transport.

Le Recensement canadien de population procure, de deux manières, une opportunité pour d'atteindre certains de ces besoins :

1. en complétant les rôles des enquêtes au niveau de la modélisation et l'analyse des transports ;
2. certains planificateurs croient que le Recensement pourrait servir comme structure nationale commune pour la collecte et l'analyse de données de transport.

Ce papier explore les rôles et limitations actuels et potentiels du Recensement. L'ajout d'une nouvelle variable de choix modal va venir compléter la variable Lieu du travail existante dans le Recensement de 1996, et devrait augmenter l'utilité des données pour les planificateurs.

Mots-clés : recensement ; recueil de données ; migration alternante ; choix modal ; enquêtes O-D.

POTENTIAL OF CANADIAN CENSUS DATA TO COMPLEMENT TRAVEL SURVEYS

David Kriger
DELCAN Corporation, Ottawa

In Canada, there has been considerable investment in customizing origin-destination surveys for individual urban areas. Currently, there are severe pressures to rationalize or re-direct transportation data collection efforts of these types. These are due to budgetary constraints, but also to changes in the nation's economic structure and the increasing integration of local economies. In addition, data requirements for many emerging transportation issues cannot be captured easily by the surveys.

The Canadian Census of Population provides an opportunity to meet some of these needs, in two ways:

1. By complementing the roles of surveys in transportation modelling and analysis;
2. Some planners believe that the Census could serve as a common, nation-wide framework for transportation data collection and analysis.

This paper explores the current and potential roles and limitations of the Census. The addition of a new mode choice variable will complement the existing Place of Work variable in the 1996 Census, and should increase the utility of the data to planners.

Key-words: census; data collection; journey-to-work; mode choice; origin-destination surveys.

PORTEE ET POTENTIEL DES METHODES DE COLLECTE DE DONNEES DE TYPE «REPONSES DECLAREES INTERACTIVES» (RDI)

Martin E.H. Lee-Gosselin
Université Laval, Québec

L'objectif de cet article est de passer en revue les possibilités qu'offrent le nombre croissant de méthodes de collecte de données interactives s'intéressant aux réponses des utilisateurs de transports dans des situations futures. Une brève introduction permet de faire un rappel des applications de ces méthodes dans le cadre, d'une part, du modèle de maximisation de l'utilité et d'autre part, d'une série d'hypothèses alternatives concernant les choix entourant les déplacements proposées par Gärling. Il est suggéré au cours de cet article que le terme le plus utilisé dans le domaine des études sur les transports, «Stated Preference» (SP) ou «Préférence Déclarée» (PD) soit réservé à un sous-ensemble particulier d'un ensemble de techniques qui requiert une nouvelle nomenclature sous le terme général de «Stated Response» (SR) ou «Réponse Déclarée» (RD). Une telle taxinomie de quatre types d'approches RD est présentée. Celle-ci classe les méthodes selon que les contraintes et les réponses comportementales sont prédéfinies ou «élicitée». Compte tenu de l'abondante littérature portant sur les PD conventionnelles, cette discussion est essentiellement orientée sur les autres approches de RD. Des exemples de ces approches, issus des recherches sur les comportements de déplacements, sont rapportés ici, ainsi que quelques suggestions concernant la sélection des différentes techniques et quelques orientations pour les recherches futures.

Mots-clés : méthodes d'enquêtes ; préférence déclarée ; entrevues ; jeu de simulation ; comportement de déplacement.

PORTEE ET POTENTIEL DES METHODES DE COLLECTE DE DONNEES DE TYPE «REPONSES DECLAREES INTERACTIVES» (RDI)

Martin E.H. Lee-Gosselin
Université Laval, Québec

The purpose of this paper is to review the scope of the growing number of interactive data collection methods directed at transport user response in future situations. A brief introduction is given to the application of these methods under both the utility-maximisation framework and a series of alternative assumptions about travel choice proposed by Gärling. It is suggested that the term most used in this domain of transport surveys, «Stated Preference» (SP), should be reserved for a particular subset of a diverse body of techniques which deserve a new nomenclature under the general term «Stated Response» (SR). A taxonomy is presented of four classes of SR approaches according to whether constraints or behavioural outcomes (or both) are predefined rather than elicited in the survey designs. In view of the considerable existing literature on conventional SP, the current discussion focuses mostly on the other SR approaches. Examples of these approaches are given from travel survey research, as well some broad guidelines for the selection of techniques and some directions for further research.

Key-words: survey methods; stated preference; interviews; gaming-simulation; travel behaviour.

A NEW DIRECTION FOR STATED PREFERENCE RESEARCH: THE CASE FOR AN EXPERIMENTAL APPROACH?

John Polak
Imperial College, London

La recherche sur les processus comportementaux des individus et des ménages, centrée sur les schémas observés d'activité et de déplacement, devrait étayer la modélisation et les politiques de transport. Au mieux, une telle recherche a la possibilité de nous aider à définir et améliorer notre compréhension des concepts et relations avec lesquels nous décrivons les comportements de déplacement, et à développer et étendre la théorie. Dit simplement, ce devrait être la science comportementale sur laquelle reposerait la technologie appliquée de la modélisation et de la prévision de la demande de transport, l'évaluation des politiques et la planification de la demande.

Cependant, du point de vue de l'investigation scientifique, beaucoup de recherches comportementales n'atteignent pas ce but, ayant accordé peu d'importance aux questions de répétabilité, de développement et de réfutation de la théorie ou d'identification des mécanismes causaux. On peut soutenir qu'une conséquence de l'échec de la recherche comportementale à s'accorder à son rôle de soutien théorique de l'activité de modélisation est que cette dernière a pu se développer d'une manière essentiellement déconnectée des comportements réels des gens. Cela a débouché sur une situation dans laquelle, dit crûment, beaucoup de ce que nous savons réellement des processus comportementaux de choix de déplacement n'est pas formulé dans nos modèles, et nous savons (ou au moins suspectons fortement) que beaucoup de ce qui est formulé dans nos modèles n'est pas vrai.

Le but de cet article est d'argumenter qu'une piste par laquelle nous pouvons commencer à combler le fossé entre recherche comportementale et modélisation, est d'accorder une bien plus grande importance au rôle des méthodes ou de la recherche expérimentales. Aujourd'hui, les méthodes expérimentales, sous la forme de techniques de préférences déclarées, ont été en grande partie utilisées en tant que moyens d'ajuster des modèles existants. Cependant l'article argumente qu'avec une modification appropriée de la perspective théorique, une grande partie de l'expérience acquise dans le développement et l'utilisation des techniques de préférences déclarées est directement pertinente pour l'objectif plus ambitieux du développement et du perfectionnement de la théorie.

Mots-clés : modélisation des transports ; test de la théorie ; validation des modèles ; philosophie ; préférences déclarées ; économie expérimentale.

A NEW DIRECTION FOR STATED PREFERENCE RESEARCH: THE CASE FOR AN EXPERIMENTAL APPROACH?

John Polak
Imperial College, London

Research into the individual and household behavioural processes giving rise to observed patterns of activity and travel behaviour ought to provide a fundamental underpinning for transport modelling and policy. At its best, such research has the potential to help us define and refine our understanding of the concepts and relations with which we describe travel behaviour and to develop and extend theory. Put simply, it should be the behavioural science upon which rests the applied technology of travel demand modelling and forecasting, policy assessment, evaluation and planning.

However, viewed from the perspective of scientific enquiry, much behavioural research has fallen short of the mark, having been carried out with little regard for such issues as repeatability, theory development and refutation or the identification of causal mechanisms. Arguably, one consequence of the failure of behavioural research to come to terms with its role as the theoretical underpinning of modelling activity is that modelling has been able develop in a manner essentially unconstrained by how people actually behave. This has resulted in a situation in which, to put it crudely, much of what we actually know about the behavioural processes of travel choice is not expressed in our models and much of what is expressed in our models we know (or at least strongly suspect) is not true.

The object of this paper is to argue that one way in which we can begin to close the gap between behavioural research and modelling research is by according much greater importance to the role of experimental methods or research. To date, experimental methods, in the form of stated preference techniques, have largely been used as a means of fitting existing models. However, the paper argues that with an appropriate shift in theoretical outlook, much of the experience which has been gained in the development and use of stated preference techniques is directly relevant to the more ambitious goal of theory development and refinement.

Key-words: transport modeling; theory testing; model validation; philosophy; stated preference; experimental economics.

REINTRODUCING ATTITUDE THEORY IN TRAVEL BEHAVIOUR RESEARCH: THE VALIDITY OF AN INTERACTIVE INTERVIEW PROCEDURE TO PREDICT CAR USE

Tommy Gärling, Robert Gillholm and Anita Gärling
Department of Psychology, Göteborg University

Les mesures des intentions fondées sur la théorie des attitudes se sont répandues comme moyen de prévoir les comportements de déplacement. Un défaut de la théorie classique des attitudes est qu'elle ne précise pas comment les intentions s'appliquent dans le comportement. A partir d'une revue de la théorie classique des attitudes et de récents développements, nous argumentons qu'une prédiction du comportement couronnée de succès devrait reposer sur une distinction entre comportement planifié, habituel et impulsif. Des illustrations empiriques sont fournies à partir de données de deux études cherchant à valider une procédure d'entretien interactif pour prédire l'utilisation de l'automobile par les ménages, tant avant qu'après qu'une réduction de l'usage de l'automobile ait été exigée des enquêtés. Les résultats ont indiqué un haut degré de validité prédictive, plus élevé pour les intentions déclarées que pour les réductions déclarées. Les différences trouvées entre les différents types de déplacements selon le degré de réduction réelle de l'usage de la voiture relativement à la réduction déclarée, supportent partiellement la distinction entre comportement planifié, habituel et impulsif.

Mots-clés : analyse des activités ; théorie des attitudes ; usage de l'automobile ; prévision ; validité prédictive ; choix de déplacement.

REINTRODUCING ATTITUDE THEORY IN TRAVEL BEHAVIOUR RESEARCH: THE VALIDITY OF AN INTERACTIVE INTERVIEW PROCEDURE TO PREDICT CAR USE

Tommy Gärling, Robert Gillholm and Anita Gärling
Department of Psychology, Göteborg University

Measurements of intentions based on attitude theory have gained popularity as a means of forecasting travel behaviour. A shortcoming of traditional attitude theory is however that it does not specify how intentions are implemented in behaviour. Drawing on a review of traditional attitude theory as well as newer developments, it is argued that successful prediction of behaviour should rely on a distinction between planned, habitual, and impulsive behaviour. Empirical illustrations are provided in the form of data from two studies investigating the validity of an interactive interview procedure to predict household car use, either before or after participants in the studies were required to reduce their use. The results indicated a high degree of predictive validity, higher for stated intention than for stated reduction. In partial support of the distinction between planned, habitual, and impulsive behaviour, differences were found between different types of trips in how much actual car use was reduced relative to the intended reduction.

Key-words: activity analysis; attitude theory; car use; forecasting; predictive validity; travel choice.

ASPECTS METHODOLOGIQUES DE LA CONSTRUCTION DU JEU DE SIMULATION DANS LES ENQUETES INTERACTIVES

COMPARAISON DE DEUX PARTIS METHODOLOGIQUES

Bruno Faivre d'Arcier
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon

L'enquête interactive de réponses déclarées est une famille spécifique de techniques dont l'objectif est de mieux apprécier les attitudes et les comportements des individus lorsqu'ils sont confrontés à une évolution non expérimentée de leurs conditions de déplacement. S'appuyant sur un recueil de données sur des déplacements réellement réalisés par les individus enquêtés, cette méthode repose sur un jeu de simulation dont le but est de permettre aux enquêtés de révéler leur processus de choix entre les différentes alternatives de transport à leur disposition. Cette communication présente, à la lumière de deux enquêtes récentes en France (réactions face à un péage urbain de régulation du trafic automobile ; perception de la voiture électrique) comment ce jeu de simulation est construit en fonction de la problématique générale de chaque enquête. Il souligne également les risques de biais éventuels, ainsi que les avantages de ce processus expérimental, qui permet un grand contrôle des réponses, une validation des comportements déclarés et une meilleure connaissance des facteurs explicatifs du choix des individus.

Mots-clés : méthode d'enquête ; réponses déclarées ; jeu de simulation ; comportements de déplacement.

ASPECTS METHODOLOGIQUES DE LA CONSTRUCTION DU JEU DE SIMULATION DANS LES ENQUETES INTERACTIVES

COMPARAISON DE DEUX PARTIS METHODOLOGIQUES

Bruno Faivre d'Arcier
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon

Interactive Stated Response travel surveys employ techniques to explore the attitudes and behaviours of individuals who are confronted with an evolution of the circumstances surrounding their travel, and which is outside their previous experience. This paper describes some recent methods which are built around a base of data on individuals' recent travel and activity patterns, and which use simulation games designed to permit the observation of the choice process in the face of new transport alternatives. Drawing on two recent French studies (reactions to urban road-pricing and traffic restraint; perceptions of electric cars), the design of the simulation is presented in relation to the research issues involved. The paper focuses on the potential biases of these methods, but also on the advantages of an experimental approach which provides a controlled setting for responses to complex situations, a method of validating stated responses, and an improved appreciation of the explanatory factors underlying individual choices.

Key-words: survey methods; stated response; simulation-game; travel behaviour.

MULTI-PHASE SIMULATION GAME METHODS: A MULTI-STAGED STATED RESPONSE SURVEY OF THE MARKET FOR ELECTRIC VEHICLES IN CALIFORNIA

Thomas Turrentine
Université Laval, Québec, University of California, Davis
Kenneth S Kurani
University of California, Davis

Nous présentons dans cet article le développement de certaines méthodes interactives de réponses déclarées (IRD) et ce que nous appelons une approche «réflexive» utilisée dans un projet de recherche multi-étapes pour explorer, définir et mesurer le marché du véhicule électrique en Californie. Les techniques IRD étaient au cœur de 51 entretiens de jeu-simulation fondés sur les schémas d'activités, appelés PIREG (*Purchase Intentions and Range Evaluation Games*) et conçus pour explorer les réactions des ménages à des véhicules à rayon d'action limité. De plus, les techniques IRD ont inspiré et informé l'utilisation de techniques «réflexives» dans une enquête par courrier auprès de 454 ménages californiens. Nous passons en revue trois sources d'inspiration pour les approches réflexives, à partir de la sociologie, de la recherche en transport et de notre propre expérience de recherche. En ce qui concerne le développement et le contexte d'application des méthodes IRD et techniques réflexives, nous passons aussi en revue l'histoire de la recherche passée sur le marché du véhicule électrique, décrivons les objectifs et caractéristiques de conception de notre propre recherche et résumons les résultats de recherche pertinents pour tester la validité de notre approche. Nous concluons qu'il est nécessaire et possible d'améliorer et d'enrichir le contexte d'information des enquêtes qui prétendent identifier et mesurer les marchés pour des produits innovants.

Mots-clés : véhicules électriques ; méthode interactive ; méthode d'enquête ; véhicules à carburant alternatif ; nouvelle technologie ; marché environnemental.

MULTI-PHASE SIMULATION GAME METHODS: A MULTI-STAGED STATED RESPONSE SURVEY OF THE MARKET FOR ELECTRIC VEHICLES IN CALIFORNIA

Thomas Turrentine
Université Laval, Québec, University of California, Davis
Kenneth S Kurani
University of California, Davis

We report here on the development of specialised interactive stated response (ISR) methods and what we call a *reflexive* approach used in a multi-stage research project to explore, define, and measure the market for electric vehicles in California. ISR techniques were the central strategy used in 51 diary based simulation-gaming interviews called PIREG (Purchase Intentions and Range Evaluation Games) designed to investigate household response to limited ranged vehicles. In addition, ISR techniques inspired and informed the use of reflexive techniques in a mail survey completed by 454 California households. We review three sources of inspiration for reflexive approaches from sociology, transport research and our own research experience. As part of the development and background for the application of ISR methods and reflexive techniques to the question of markets for electric vehicles, we also review the history of past market research on electric vehicles, describe the design goals and features of our own research, and summarise research results pertinent to testing the validity of our approach. We conclude that it is necessary and possible to improve and enrich the information context of surveys that purport to identify and measure markets for novel products.

Key-words: electric vehicles; interactive methods; survey methods; alternative fueled vehicles; new technology; environmental markets.

L'UNIVERS DE CHOIX ET LES LEVIERS DE CHANGEMENT DES COMPORTEMENTS : L'APPORT D'UNE METHODE INTERACTIVE DE SIMULATION

Odile Andan, Charles Raux
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
Université Lumière Lyon 2, ENTPE, CNRS

Le but de cet article est de montrer comment une méthode interactive de «réponses déclarées» permet de démonter les mécanismes de fonctionnement de l'univers de choix en matière de mobilité quotidienne. L'application de scénarios de congestion et de tarification de l'usage de l'automobile, par le biais d'une simulation contrôlée sur un schéma d'activités réalisé, amène l'individu à déformer ce dernier. L'observation de ce processus de déformations successives permet de mettre en évidence la manière dont se construisent les réactions individuelles. Ce jeu de reconstruction fait apparaître le schéma d'activité comme un ensemble de composants d'activités solidaires jouant le rôle tantôt de pivots tantôt de réserves. Les pivots qui structurent la réorganisation du schéma d'activités apparaissent in fine bien différents des contraintes apparentes ex ante. L'univers de choix apparaît ainsi singulièrement flexible, grâce aux possibilités de réallocation du temps et au pouvoir de négociation de l'individu avec son entourage social. En identifiant les échappatoires possibles ou les situations de blocage potentiel, ce genre de méthode peut aider à la conception de stratégies pertinentes d'orientation des comportements de déplacement.

Mots-clés : comportement de mobilité ; schéma d'activités ; univers de choix ; méthode d'enquête.

L'UNIVERS DE CHOIX ET LES LEVIERS DE CHANGEMENT DES COMPORTEMENTS : L'APPORT D'UNE METHODE INTERACTIVE DE SIMULATION

Odile Andan, Charles Raux
Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon
Université Lumière Lyon 2, ENTPE, CNRS

The purpose of this paper is to show how an interactive «stated response» technique can reveal the mechanisms which govern the operation of choice sets in the context of daily travel. Applying congestion and car pricing scenarios using controlled simulation with reference to an activity pattern which has actually been performed leads the individual to modify this activity pattern. Observing this process of successive modifications shows the way in which individual reactions are constructed. This reconstruction game shows the activity scheme to be a set of inter-related activity components which can act at one time as pivots and at another as reserves. The pivots which are ultimately seen to determine the re-organisation of the activity pattern are very different from the constraints which were apparent prior to simulation. The choice set thus emerges as being remarkably flexible because of the potential to re-allocate time and the ability of the individual to negotiate with his or her social entourage. By identifying possible means of escape or potential rejection situations, this type of method can assist in the design of suitable strategies to influence travel behaviours.

Key-words: travel behaviour; activity pattern; choice set; survey method.

USING COMPUTER-AIDED INTERACTIVE SURVEYS TO EXPLORE CHOICE SETS AND DECISION PROCESSES

Peter Jones
Transport Studies Group
University of Westminster, London

Les techniques de préférences déclarées ont été largement utilisées pour estimer les réactions des voyageurs à un éventail d'options de déplacement, soit en termes de préférences parmi des options configurées différemment, soit en termes de réactions comportementales vraisemblables à l'introduction de telles options. Dans le processus, les ensembles de choix ont été habituellement prédéterminés et des processus particuliers de décision ont été posés par hypothèse par le concepteur ou l'analyste. Cela signifie non seulement que les études passées de préférences déclarées nous ont appris très peu de chose au sujet des univers de choix et des processus de décision, mais aussi que les hypothèses parfois discutables qui ont été faites dans certaines études jettent un doute sur leurs résultats.

Cet article passe en revue certaines des hypothèses, souvent implicites, mises en œuvre dans les études usuelles de préférences déclarées et introduit ensuite deux techniques de préférences déclarées interactives assistées par ordinateur, qui donnent au répondant un certain choix sur l'information qu'il reçoit et l'usage qu'il en fait. La première étude examine les besoins des automobilistes pour l'information à domicile et la manière dont la fourniture de cette information pourrait influencer les horaires ou les modes de déplacement. La seconde examine un éventail plus large de sources d'information et les effets que ces dernières pourraient avoir sur les comportements de déplacement, à la fois avant et durant le déplacement.

Nous concluons que l'utilisation d'enquêtes de préférences déclarées interactives assistées par ordinateur offre une gamme d'opportunités nouvelles pour comprendre les univers de choix et les processus de décision. Cette information sera non seulement d'un intérêt académique mais devrait contribuer à améliorer les conceptions et les prévisions des études appliquées de préférences déclarées.

Mots-clés : préférences déclarées ; univers de choix ; processus de décision ; enquêtes assistées par ordinateur ; enquêtes interactives ; INSIGHT ; information sur les déplacements.

USING COMPUTER-AIDED INTERACTIVE SURVEYS TO EXPLORE CHOICE SETS AND DECISION PROCESSES

Peter Jones
Transport Studies Group
University of Westminster, London

Stated preference techniques have been widely used to assess traveller reactions to a range of travel options, either in terms of preferences among differently configured options, or likely behavioural responses to the introduction of such options. In the process, choice sets have usually been predetermined and particular decision processes have been assumed by the SP designer and analyst. Not only has this meant that past SP studies have taught us very little about choice sets and decision processes, but also that the sometimes questionable assumptions that have been made in some of these studies cast doubt on their findings.

The paper reviews some of the (often implicit) assumptions used in conventional SP studies, and then introduces two computer-based interactive SP techniques that give the respondent a degree of choice over the information they receive and the use they make of it. The first looks at car drivers' needs for in-home information, and how its provision might influence the timing or mode of travel. The second looks at a wider range of information sources, and the effects that these might have on travel behaviour, both pre-trip and during the trip.

It is concluded that the use of computer-based SP interactive surveys provide a range of new opportunities for understanding choice sets and decision processes. This information will not only be of academic interest, but should contribute to improved designs and forecasts in applied SP studies.

Key-words: stated preference; choice sets; decision processes; computer-based surveys; interactive surveys; INSIGHT; travel information.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE 3

INTRODUCTION 5
Patrick Bonnel, Martin Lee-Gosselin

CHAPITRE 1
STRATEGIE GLOBALE DE PRODUCTION DE DONNEES

A review of separate and joint strategies for the use of data on revealed and stated choices 15
Peter R. Stopher

Symphonie d'usages des grandes enquêtes Origine-Destination, en totalement désagrégé majeur, opus Montréal 87 et 93 33
Robert Chapleau

Les enquêtes ménages françaises 61
Marie Odile Gascon

Techniques vidéo et enquêtes ménages dans la planification des transports dans les PED : Le cas de Marrakech 71
Yves Bussière, Ron Rice

Transportation tomorrow surveys in Toronto: Special features and data dissemination program 93
Gerald Steuart

Synthèse du Chapitre 1 107
Odile Andan, Pierre-Yves Péguy, Romain Petiot

CHAPITRE 2
QUALITE DES DONNEES ET METHODES D'ENQUETES

Response rates - Do they matter? 115
Liz Ampt

Correction de la non-réponse dans l'enquête transports 1993-94 : L'exemple des déplacements quotidiens 127
Jimmy Armoogum, Jean Loup Madre

Problems and solutions in urban travel survey 145
Gerd Sammer

Raisons du passage du mode épistolaire au mode téléphonique pour l'enquête suisse sur les transports 161
Alain Junod

Téléphone ou face à face : Evaluation comparative de deux méthodes d'enquête 177
Patrick Bonnel, Michel Le Nir

Synthèse du Chapitre 2 205
Sandrine Durand, Benoît Hiron, Jean-Louis Routhier

CHAPITRE 3
ETUDES DE CAS

Mobility surveys in Porto and Lisbon: Data production methodologies and critical evaluation 217
José M. Viegas, Faustino G. Gomes

L'enquête téléphonique origine-destination de Montréal 1993 235
Philippe Dorland, Pierre Giard, Pierre Lavigueur, Mario Pimpare

Potential of Canadian census data to complement travel surveys 257
David Kriger

Synthèse du Chapitre 3 277
Patrick Bonnel

CHAPITRE 4
LES METHODES INTERACTIVES DE REPONSES DECLAREES : UNE APPROCHE EXPERIMENTALE

Portée et potentiel des méthodes de collecte de données de type «réponses déclarées interactives» (RDI) 287
Martin Lee-Gosselin

A new direction for stated preference research: The case for an experimental approach? 319
John Polak

Reintroducing attitude theory in travel behavior research: The validity of an interactive interview procedure to predict car use 337
Tommy Gärling, Robert Gillholm, Anita Gärling

Synthèse du Chapitre 4 355
Bruno Faivre d'Arcier, Benoît Hiron, Sophie Masson

CHAPITRE 5
EXPLORATION DES UNIVERS DE CHOIX ET DES PROCESSUS DE DECISION

Aspects méthodologiques de la construction du jeu de simulation dans les enquêtes interactives : Comparaison de deux partis méthodologiques 363
Bruno Faivre d'Arcier

Multi-phase simulation game methods: A multi-staged stated response survey of the market for electric vehicles in California 387
Tom Turrentine

L'univers de choix et les leviers de changement des comportements : L'apport d'une méthode interactive de simulation 417
Odile Andan, Charles Raux

Using computer-aided interactive surveys to explore choice sets and decision processes 437
Peter Jones

Synthèse du Chapitre 5 451
Christophe Beckerich, Pascal Pochet

CONCLUSION 459
Charles Raux, Robert Chapleau

RESUMES 469

TABLE DES MATIERES 511

IMPRIMERIE BOSC FRANCE
69921 OULLINS CEDEX
Dépôt légal n° 9581 - avril 1997

21. P. BENOIT, "*Mines et Métallurgie*", 1994

22. C. DEMAIZIERES, G.LAVOREL, "*Destin du livre*", 1994

23. A. BIDEAU,*Sciences de l'Homme en Rhône-Alpes. Tome 3 : 1990-1993*, rapport rédigé à partir des recherches financées par le Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes,1994

24. P. COMTE, "*La recomposition des territoires*", 1994

25. F. ROBERT, "*Les archives d'entreprises en Rhône-Alpes aux XIXe, XXe siècles. Guide documentaire. Tome 2 : Hors services d'Archives publics*", 1994

26. F. BOURNOIS, S. MARION, A. NOEL, A.M. TOULOUSE, "*Création développement d'entreprises technologiques et innovantes*", 1994

27. M. EPOQUE, "*Arts et technologies. Nouvelles approches de la création artistique*", 1995, 208 p.

28. M. BONNEVILLE, "*La réhabilitation immobilière à Saint Petersbourg*", 1995, 166 p.

29. J.P. BRAVARD, A.M. LAURENT, J. DAVALLON, J. BETHEMONT, "*Les paysages de l'eau aux portes de la ville*", 1995, 240 p.

30. G. CHANEY-REYNAUD, S. CIEPLY, A. CLERC, C. MERCIER, D. SABY, "*Réforme financière et transformations des entreprises*", 1995, 158 p.

31. J. TETU, "*Ville et information*" 1995, 164 p.

32. A. BIDEAU,A. PERRENOUD, K.-A. LYNCH, G. BRUNET, "*Systèmes démographiques du passé*" , 1996, 358 p.

33. T. DEBARD, J. SCHMIDT, V. NABHAN et D. TURP, "*La régulation juridique des espaces économiques : interactions GATT/OMC, Union européenne, Alena*", 1996, 257 p.

34. A. HENRIOT VAN ZANTEN, D. THIN, G. VINCENT, "*Politiques scolaires urbaines*", 1996, 184 p.

35. A. BIDEAU,*Sciences de l'Homme en Rhône-Alpes. Tome 3: 1992-1994* rapport rédigé à partir des recherches financées par le Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes,1996

36. S. ROUSSILLON, F. BOURNOIS, J.-Y. LE LOUARN, "*Les enjeux de l'emploi ;* société, entreprises et individus", 1996, 374 p.

37. E.-F. CALLOT, "*Ville et sécurité*", 1996, 156 p.

38. Ph. LAMBERT, G. DORÉ, E. de COINTET "*L'ARCHITECTURE : Collection, Recherche, Programmes*", 1996, 117 p.

39. J. FRÉMONT, J.P. DUCASSE, "*Les autoroutes de l'information : enjeux et défis*", 1996, 289 p.

40. B. POCHE, J. TOURNON, "*Le rayonnement (mortel ?) des capitales culturelles*", 1996, 182 p.

41. A.-C. VEYDARIER, C. LANVERS, H. PUEL, W.A. NINACS, Y. HURTUBISE, "*L'insertion par l'économie des publics défavorisés*", 1997, 123 p.

Cet ouvrage a été édité avec

Laboratoire d'Economie des Transports
UMR n° 5593 du CNRS

Université Laval, Québec

Ecole Polytechnique de Montréal
Département de Génie Civil

42

La connaissance des mécanismes des comportements quotidiens de mobilité, et la compréhension de leur fonctionnement à l'aide d'instruments de modélisation ou de simulation, est à la base de la formulation de politiques de transport plus efficaces. Cette question se pose avec encore plus d'acuité aujourd'hui, alors que la plupart des agglomérations sont confrontées à une triple crise des déplacements concernant le financement, la congestion et l'environnement. Les agglomérations cherchent à apporter de nouvelles solutions qui passent par une meilleure régulation de la demande. L'évaluation de ces mesures nécessite des données plus fines et fiables et une meilleure compréhension des processus de changement de comportement pour construire et alimenter des modèles plus sensibles aux politiques d'orientation de la demande. Les articles de ce livre, tirés des communications présentées au colloque "les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur", qui s'est déroulé dans le cadre des 8èmes Entretiens Jacques Cartier du 6 au 8 décembre 1995, ainsi que les synthèses des débats qui les accompagnent, apportent au lecteur des pistes de réflexion riches et stimulantes. La participation de chercheurs et de praticiens de diverses origines (Europe et Amérique du Nord) permet de confronter l'état de l'art et de la pratique et les pistes de recherches développées dans de nombreux pays. Cette sélection d'articles est principalement centrée sur les questions de conception d'enquête et notamment : la nécessité d'une stratégie globale de production des données, la qualité des données produites, et l'utilisation conjointe de méthodes d'exploration et de simulation des changements de comportement.

The quality of data from urban travel surveys has always been a major pre-occupation of survey designers and managers. This issue has become even more acute now that most urban areas face the triple dilemma of reconciling urban travel demand with the problems of financing, congestion and environmental quality. In this context, the search is on for innovative solutions, notably improved demand management measures. The evaluation of these measures call for more detailed and reliable survey data, and for a better understanding of the processes underlying shifts in travel behaviour; both are needed to build and feed models which are sensitive to policies aimed at modifying travel demand. The papers presented at the colloquium "Urban Travel Surveys: Measuring the Present, Simulating the Future", part of the ENTRETIENS JACQUES CARTIER held on 6-8 December 1995, offer the reader a rich and stimulating set of reflections upon this theme. The participation of researchers and practitioners from several European countries and North America made it possible to confront the state of the art and practice of travel surveys in many countries to the directions taken by recent survey research. This selection of the papers focuses primarily on the design issue involveld in: achieving integrated strategies for data collection and processing; the production of high quality data; and the parallel use of methods which explore and simulate changes in travel behaviour.

ISBN 2 909604-31-4 - ISSN 1248-5829

Centre Jacques Cartier **100 F**