POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Utilité primaire des déplacements et multimodalité : conception et réalisation d'un outil d'enquête novateur

Original
Utilité primaire des déplacements et multimodalité : conception et réalisation d'un outil d'enquête novateur / Diana, Marco. - In: RECHERCHE, TRANSPORTS, SECURITE. - ISSN 0761-8980. - 26(93):(2006), pp. 279-294. [10.3166/rts.93.279-294]

Availability:
This version is available at: 11583/1636637 since:

Publisher:
Lavoisier

Published
DOI:10.3166/rts.93.279-294

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

12 October 2024

Utilité primaire des déplacements et multimodalité

Conception et réalisation d'un outil d'enquête novateur

Marco Diana, marco.diana@polito.it

3rd May 2005

This document is the pre-print (i.e. draft before refereeing) version of an article published in the journal *RTS Recherche Transports Sécurité*. Beyond the journal formatting, please note that there could be changes and edits from this document to the final published version, according to the referees' remarks. The final published version of this article is accessible from here:

http://dx.doi.org/10.3166/rts.93.279-294

This document is made accessible through PORTO, the Open Access Repository of Politecnico di Torino (http://porto.polito.it), in compliance with the Publisher's copyright policy as reported in the SHERPA-ROMEO website:

http://www.sherpa.ac.uk/romeo/search.php?issn=0761-8980

This document may be cited directly referring to the above mentioned final published version:

Diana, M. (2006) Utilité primaire des déplacements et multimodalité – Conception et réalisation d'un outil d'enquête novateur, *Recherche Transports Sécurité*, vol. 26(93), pp. 279-294.

Utilité primaire des déplacements et multimodalité
Conception et réalisation d'un outil d'enquête novateur

The primary utility of travel and multimodality
Planning and implementing an innovative survey tool

Marco Diana

Adresse professionnelle de l'auteur à la date d'acceptation de l'article
Politecnico di Torino, Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Infrastrutture Civili, Corso Duca degli Abruzzi, 24, 10129 Torino, Italie

courriel: marco.diana@polito.it

Ce travail a été réalisé lorsque l'auteur était au Département économie et sociologie des transports de L'INRETS en qualité de post-doctorant

Résumé Cet article présente une enquête en ligne, dont l'objectif est d'étudier le concept d'utilité primaire des déplacements, c'est-à-dire l'utilité que les personnes attribuent à l'activité du déplacement en soi, indépendamment des activités menées sur les différents lieux de destination, tout en évaluant le potentiel de changement d'usage des différents modes de transport. Comme l'utilité primaire ne peut s'observer de façon directe, on a recueilli des données sur les attitudes, opinions, convictions et goûts des personnes interrogées, en référence à un déplacement spécifique effectivement accompli, pour tâcher de cerner ce concept à l'aide de méthodes statistiques. La propension au changement de mode est par ailleurs évaluée à l'aide d'une variante de la méthode classique des préférences déclarées. Cette enquête a été testée à la fin de l'année 2004 auprès d'actifs du domaine des transports. La base de données constituée à partir de ce recueil de données contient cent soixante-quatre observations complètes qui feront l'objet d'analyses statistiques destinées à définir un modèle de mesure de l'utilité primaire. En mettant en évidence les variables les plus significatives, ces analyses conduiront à un questionnaire d'enquête moins complexe, celui qui sera administré à terme à une population plus nombreuse et moins spécialisée.

Abstract This article presents an online survey instrument whose purpose is to investigate the concept of the primary utility of travel, that is to say the utility that persons derive from the activity of travelling per se, irrespective of the activities they perform at their destinations, and to see how this can be related to the possibility of changing the levels of use of different transport modes. As it is not possible to observe primary utility directly, data have been collected on the respondents' attitudes, opinions, beliefs and tastes in relation to a specific trip they have made in an attempt to explore the possibility of capturing this concept by statistical means. In addition, the propensity for modal diversion has been assessed by applying a variant of the classical stated preferences method. The survey was tested at the end of 2004 among individuals working in the field of transportation. The resulting database contains 164 complete observations and will provide the basis for statistical analyses aimed at specifying a measurement model for the primary utility construct. This would allow a simplified version of the survey which would include only the most statistically meaningful items to be administered to a sample drawn from the general population.

Mots-clés : Enquête en ligne ; Utilité primaire ; Changement de mode ; Préférences déclarées

Keywords: Online survey; Primary utility; Modal diversion; Stated preferences

1. Introduction

Parmi les recherches les plus novatrices conduites à l'heure actuelle dans le domaine des transports, on trouve celles qui s'attachent aux aspects comportementaux des modèles de planification. On a pris conscience de l'importance de tenir compte dans ces modèles de comportements plus réalistes et des hypothèses sont faites en ce sens. C'est ainsi que l'on s'intéresse aux activités menées dans les différents lieux liés par le transport et que l'on affine les modèles de choix discret en assouplissant certaines des hypothèses de la théorie d'utilité aléatoire classique. On est ce faisant confronté à deux problèmes. En effet, le rythme soutenu qui caractérise les changements technologiques tout autant que sociétaux risque d'annuler les ajustements effectués périodiquement par les chercheurs sur les outils analytiques standard, d'autant plus que ces changements infléchissent l'action politique et les priorités de recherche. D'autre part plusieurs disciplines sont concernées et ce n'est pas une des moindres difficultés que d'intégrer leurs différents points de vue.

L'alliance de l'ingénierie des transports et des sciences sociales a déjà permis d'identifier plusieurs mécanismes comportementaux *nouveaux*, difficiles à cerner dans des cadres de modélisation standard et qui ne font pas toujours l'unanimité. En voici quelques exemples :

– la stabilité des budgets de temps de déplacement ;

– l'existence d'une mobilité induite ;

– l'absence d'un mécanisme de substitution évident entre technologies de l'information et de la communication et déplacements physiques ;

– l'idée d'utilité primaire du déplacement.

Que l'importance, ou même la réalité de ces phénomènes soient parfois controversées et que le débat reste ouvert dans la plupart des cas, n'empêche pas leur contribution à la compréhension des facteurs qui influencent la demande de transport. Les recherches dans ce domaine sont prometteuses.

Le concept d'utilité primaire des déplacements a été avancé récemment (Mokhtarian & Salomon, 2001), (Mokhtarian, 2005). Il est défini comme l'intérêt que les gens peuvent trouver à l'activité du voyage en elle-même, indépendamment des activités qui seront menées à destination. Cette idée, particulièrement intéressante, contredit les hypothèses des modèles fondés sur l'activité, dont celle qui consiste à considérer la demande de transport comme une demande dérivée, et il y a de ce fait encore très peu de résultats de recherche sur ce point, alors que bon nombre de travaux existent pour les autres questions listées ci-dessus.

En ce qui concerne ce concept d'utilité primaire on peut aujourd'hui s'appuyer sur quelques études théoriques sur les comportements de mobilité (Hupkes, 1982), (Marchetti, 1994) et sur les résultats empiriques de quelques études en cours. Les plus significatifs nous semblent être l'existence de voyageurs ayant une valeur du temps égale à zéro (Richardson, 2003) et le fait que peu de gens souhaitent avoir de très courts temps de trajets domicile-travail (Redmond & Mokhtarian, 2001). Cependant, aucune étude ne permet pour l'instant de dépasser la définition générale d'utilité primaire que nous avons donnée. L'idée généralement acceptée est qu'il faut distinguer entre l'activité de voyage et les activités accomplies pendant le voyage. On a tenu compte de cette distinction dans le contenu de notre questionnaire et c'est un des points dont la pertinence sera examiné lors d'activités de recherche ultérieures.

Les recherches actuelles visent à prouver l'existence de l'utilité primaire des déplacements et la pertinence de ce concept. Le rôle potentiel de l'utilité primaire dans la génération de la demande de transport constitue un autre axe de recherche. Notre étude a pour objectif d'intégrer ce concept à un modèle de transport, afin d'évaluer son importance en regard des facteurs habituellement pris en considération, tels que les motifs de déplacement et les attributs des différents modes de transport. Alors que l'étape amont de la génération de la demande de mobilité est privilégiée dans la plupart des recherches qui traitent d'utilité primaire, nous considérons celle-ci également sous l'angle des possibilités de changement d'usage des différents modes de transport. Nous rejoignons ainsi les préoccupations environnementales et sociétales du développement durable, à l'ordre du jour dans la recherche européenne. En effet, les documents communautaires de programmation des transports, tels que le White Paper de 2001 accordent une grande importance aux stratégies de transfert modal.

Atteindre ces objectifs nécessite de mieux comprendre les effets de substitution, ainsi que de complémentarité entre les différents modes de transport. On pourrait alors concevoir une vraie mixité des services de transport permettant d'atteindre des objectifs ambitieux en matière de minimisation des externalités. Le cadre théorique de notre recherche intègre ces concepts de complémentarité et de substitution, qui sont également très utiles pour encadrer les autres mécanismes comportementaux nouveaux que nous avons listés. Nous discutons dans la section suivante quelques aspects méthodologiques concernant l'utilité primaire des déplacements, vue sous l'angle de l'usage des différents modes de transport. Ils ont été traduits dans l'enquête par une orientation particulière au niveau des questions. L'exploitation des résultats de l'enquête est en cours, avec le volet d'évaluation de la pertinence des données qui ont été recueillies pour cerner le concept d'utilité primaire dans le cadre théorique que nous venons de décrire (Diana, 2006).

2. Aspects méthodologiques

2.1. Utilité primaire et techniques courantes d'analyse

La première question à résoudre est celle du meilleur outil analytique pour l'étude de l'utilité primaire. En effet, nombre d'études actuelles sur les comportements de mobilité reposent sur des hypothèses comportementales assez fortes pour nous empêcher d'apprécier à sa juste valeur l'importance de l'utilité primaire du déplacement. En matière de transfert modal, un des thèmes centraux de notre étude, on constate par exemple la prédominance des modèles de choix discret, lesquels font appel à la théorie de l'utilité aléatoire.

À ce propos, Hess *et al.* (2005) apportent une contribution intéressante au débat sur la cohérence entre une valeur positive du coefficient associé au temps de déplacement dans la fonction d'utilité, qui serait le signe de l'existence d'une utilité primaire du voyage, et les hypothèses comportementales qui sous-tendent les outils économétriques actuels. Sur le plan technique, il est possible de trouver de temps à autre une valeur positive, puisque les modèles à erreurs composées permettent des variations aléatoires des perceptions des attributs. Mais les auteurs observent que, dans ce cadre théorique, ces valeurs positives seraient plutôt à imputer à une mauvaise spécification du modèle, par exemple des caractéristiques du déplacement non prises en compte, de sorte que ce n'est plus le temps de déplacement proprement dit qui est cerné, mais un autre phénomène. De plus, ces auteurs montrent qu'une valeur négative affectée au gain de temps de déplacement, correspondant à une valeur positive du coefficient du temps de déplacement, est incompatible avec la théorie microéconomique classique de l'allocation du temps, telle qu'elle est présentée par exemple par Jara-Diaz (2000). Or, les théories économétriques sont normalement utilisées pour donner une solide assise théorique à la définition de la fonction d'utilité d'un modèle de choix discret, permettant d'interpréter sans ambiguïté le rôle du revenu, ainsi que des coûts et temps de déplacement (on trouve dans (Train & McFadden, 1978) et (McFadden, 2001) des exemples de

fonctions d'utilité définies avec cette méthode). L'étude de l'utilité primaire dans le cadre des modèles de choix discret semble donc poser encore des problèmes, vraisemblablement par manque de fondements théoriques.

Rappelons d'autre part que, dans la pratique, la fonction d'utilité d'un modèle de choix discret est définie, soit sur des données brutes, auxquelles est appliquée une transformation statistique adéquate (par exemple Box-Cox), soit en imposant tout simplement une formulation additive linéaire aux variables exogènes du modèle retenues par l'analyste. Dans aucun de ces deux cas il n'est fait appel aux théories économétriques mentionnées ci-dessus (Ortúzar et Willumsen, 2001) et l'on évite ainsi les complications évoquées à leur sujet. Mais ces procédures *empiriques* nous semblent plus indiquées pour construire un bon modèle, qui explique bien les observations et permette de faire des prévisions fiables, que pour étudier un phénomène nouveau comme l'utilité primaire dans un cadre théorique bien fondé.

D'ailleurs, au stade embryonnaire où en est notre recherche, il semble difficile de changer déjà empiriquement la fonction d'utilité d'un modèle discret de choix modal pour tenir compte de l'utilité primaire du déplacement. Cette dernière étant probablement liée aux attributs des alternatives du choix modal, il faut préalablement définir et identifier des attributs pertinents et s'assurer qu'ils sont quantifiables. D'autre part, ces attributs seront très certainement perçus différemment par les usagers présentant tel ou tel profil et il s'agira d'en tenir compte en allant bien au-delà de la prise en compte d'une variation aléatoire des goûts, ainsi que cela se fait habituellement dans le modèle à erreurs composées. De plus, s'il est toujours possible de modifier la fonction d'utilité de manière empirique pour tenir compte indirectement de l'utilité primaire des déplacements, du moment que le cadre théorique n'est pas bien formulé, on risque d'être confronté à des problèmes d'interprétation : est-ce vraiment l'utilité primaire que l'on vient de cerner ou bien le modèle est-il tout simplement mal spécifié?

En conclusion, les modèles de choix discrets ne semblent pas en mesure en l'état actuel d'appuyer l'étude du phénomène de l'utilité primaire. Nous avons donné ci-dessus quelques pistes qui pourraient conduire à de nouvelles formulations plus favorables à la prise en compte de l'utilité primaire, sans pour autant ajouter de nouvelles difficultés techniques, comme c'est malheureusement le cas dès lors que l'on tente d'estimer un modèle logit avec des fonctions d'utilité atypiques ou des hypothèses de distribution qui s'écartent quelque peu des hypothèses standard. Notre but n'étant pas de définir un outil théorique adapté à l'étude de l'utilité primaire, compte tenu des difficultés mentionnées ci-dessus, nous avons décidé de revenir en arrière et de suivre une approche différente, centrée davantage sur l'observation de la réalité que sur la mise au point d'un nouveau modèle de comportement. En d'autres termes, nous nous proposons de déterminer les données les plus opérationnelles pour définir le concept d'utilité primaire et de les utiliser dans un processus de modélisation développé par la suite (Diana, 2006). La première étape consiste donc à rassembler les données adéquates : tel est le but de l'instrument innovant décrit dans cet article, soit l'enquête que nous avons mise au point. Une fois clarifié, le concept d'utilité primaire pourra être utilisé, même dans un cadre théorique microéconomique, pourvu que l'état de l'art de la discipline ait évolué favorablement.

2.2. Cerner l'utilité primaire du voyage

Ce débat montre bien que le travail à accomplir est essentiellement de nature exploratoire. Les auteurs mentionnés dans l'introduction s'accordent sur le fait que l'utilité de l'activité de voyage en elle-même ne saurait être expliquée par des variables socioéconomiques seules. Il convient donc de constituer une base mixte de données, associant à des comportements de mobilité, tels que ceux recensés dans les enquêtes de transport classiques, des observations liées aux attitudes individuelles,

mesurables à l'aide de techniques psychométriques. Dans la mesure où le concept d'utilité primaire est encore flou compte tenu de l'état de l'art de la discipline, il reste à identifier les données pertinentes à prendre en compte. Les sections suivantes présentent les caractéristiques les plus novatrices de l'enquête réalisée pour répondre à ce besoin, le contenu du questionnaire étant intégralement décrit dans (Diana, 2005b). Soulignons d'un point de vue méthodologique que l'approche décrite pourrait aider à mettre au jour les relations entre comportements de mobilité et tout autre phénomène *nouveau* parmi ceux mentionnés dans l'introduction.

Nous avions précédemment analysé la relation entre l'utilité primaire du déplacement pour un individu et sa fréquence d'utilisation de la voiture (Diana, 2005a). Mais la définition analytique de l'utilité primaire dans ce travail était alors liée à certaines conditions physiques défavorables (nuit, brouillard, méconnaissance du parcours, etc.), qui pouvaient amener des personnes à renoncer à un déplacement par un mécanisme de contrôle comportemental. Il n'est donc pas possible de la généraliser.

L'enquête devra recueillir des informations sur un plus grand nombre de sujets, depuis les caractéristiques des déplacements jusqu'aux attitudes, convictions et opinions qui leur sont liées. Comme l'utilité primaire des déplacements ne peut s'observer directement et qu'il n'existe pas non plus de modèle de mesure comme une échelle par exemple, il faut recueillir les réactions des personnes interrogées sur un vaste ensemble de questions différentes, afin de parvenir à une définition opérationnelle de l'utilité primaire, dépassant la définition générale donnée en introduction. Ces données seront traitées à l'aide de méthodes statistiques couramment utilisées en sciences sociales (voir par exemple (Spector, 1992) pour un premier aperçu). Les données significatives sur le plan statistique conduiront à valider la théorie autour des questions correspondantes. Cette suite du travail est présentée dans (Diana, 2006).

Notre objectif étant d'utiliser le concept d'utilité primaire opérationnel à des fins de planification, il est nécessaire de le relier au comportement réel des individus en matière de déplacements. C'est ce que nous tâchons de faire sur un déplacement choisi au hasard parmi ceux qui ont été effectués peu avant l'administration du questionnaire. Il a été décidé de se focaliser sur les déplacements de courte distance, de moins de cinquante kilomètres, qui représentent la grande majorité des déplacements et pour lesquels le comportement de la demande est plus difficile à expliquer en termes économétriques *simples*. D'ailleurs, l'utilité primaire des déplacements, vue sous l'angle du changement d'usage des différents modes de transport, n'est sans doute pas de même nature pour les déplacements de longue distance. En effet, ces déplacements étant plus occasionnels, l'habitude joue certainement un rôle moins important dans le choix du mode de transport, le comportement de voyageurs qui s'informent des coûts, des temps de trajet… est plus *rationnel* et donc plus facilement reproductible par un modèle conventionnel.

2.3. Le groupe cible des personnes interrogées

Il semble évident que le questionnaire devra être long et complexe, puisque l'on ne sait pas a priori quelles sont les *bonnes* questions à poser pour approcher d'un modèle de mesure de l'utilité primaire du déplacement.

On pourra par la suite envisager de mettre au point une version simplifiée du questionnaire en retenant les seules questions qui se seront révélées pertinentes lors de la définition du modèle de mesure. Cette version plus courte pourra être administrée à un échantillon plus large de la population, donc statistiquement représentatif, par exemple la population d'une ville.

En attendant, nous souhaitions interroger des personnes dont les compétences devaient permettre de recueillir le maximum de données et ce, en un court laps de temps. Les personnes travaillant à l'INRETS répondaient à cette double exigence. Il s'agit d'un groupe relativement nombreux, assez au fait de la problématique de la recherche en transport. Ce groupe est par ailleurs plutôt diversifié sur une multitude d'autres aspects tels que :

– l'âge — depuis les étudiants d'une vingtaine d'années jusqu'aux chercheurs confirmés — et les aspects démographiques en général ;

– le type de métier — recherche, administration, technique — et les facteurs socioéconomiques ;

– la dispersion géographique— lieux de travail et de résidence au nord et au sud de la France, en grandes et moyennes agglomérations.

À condition d'être bien contrôlée, cette variété de situations devrait permettre d'évaluer dans quelle mesure on peut généraliser les résultats statistiques.

Il a de plus été possible d'administrer l'enquête et de recueillir les données entièrement en ligne, comme cela est en train de se généraliser aussi dans le domaine de l'analyse des systèmes de transport. Le débat sur les avantages et les inconvénient relatifs des enquêtes en ligne sort du cadre de cet article ; le lecteur intéressé peut se reporter à (Fowler, 2002) pour un aperçu introductif, à (Alsnih, 2006) et à (Bonnel et Madre, 2006) pour un débat approfondi sur des applications au domaine des transports, à (Arentze *et al.*, 2005) pour l'analyse de quelques cas d'étude intéressants. Compte tenu du fait que le groupe cible des personnes interrogées avait en moyenne une bonne connaissance de l'Internet, un questionnaire papier n'aurait pratiquement rien apporté de plus. D'autre part, l'absence d'interaction directe avec un enquêteur est susceptible de diminuer les erreurs de mesure liées par exemple aux phénomènes de *désirabilité sociale*, erreurs qui sont particulièrement nuisibles dans le domaine psychométrique (DeMaio, 1984).

3. Structure et contenu du questionnaire

Le contenu de l'enquête répond aux objectifs mentionnés dans l'introduction tout en tenant compte des exigences et contraintes méthodologiques détaillées dans la partie 2. Il s'agit d'une enquête *hybride* entre une classique enquête de mobilité et une enquête sur les attitudes et les comportements vis-à-vis de nombreux facteurs en relation avec la mobilité.

Pour la mise au point des grandes lignes de l'enquête nous nous sommes inspirés de travaux antérieurs, en veillant tout particulièrement à garantir au mieux les possibilités de comparaison ultérieure avec des bases de données françaises existantes. Dans les parties du questionnaire concernant les comportements de mobilité, nous avons donc suivi, autant que faire se peut, la méthode standard des enquêtes françaises auprès des habitants d'agglomérations (CERTU, 1998) et la dernière enquête nationale transports (INSEE, 1993). Les questions visant à connaître la motorisation des ménages sont calquées sur l'enquête de panel Parc Auto (Hivert, 2001). Celles visant à recueillir les données socioéconomiques se conforment aux recensements de la population. Ces bases de données et celle que nous avons établie ne sont certes pas directement comparables, mais elles comportent de nombreuses variables communes, qu'il nous a semblé important de définir de la même manière pour mieux comprendre par la suite la portée de nos résultats.

Les questions susceptibles de mesurer l'utilité primaire des déplacements nous ont été inspirées par une enquête pertinente sur les attitudes, conduite en 1998 dans la baie de San Francisco (Mokhtarian & Salomon, 2001), ainsi que par une série d'enquêtes sur les attitudes, conduites entre

2001 et 2003 dans des villes moyennes du Nord-Ouest de l'Italie (Gaia, 2003). Nous nous sommes également appuyés sur les résultats d'une première étude (Diana, 2005a).

L'utilisation d'Internet pour la saisie des réponses a permis de donner au questionnaire toute la complexité nécessaire sans pour autant provoquer de sentiment de lassitude. Elle a permis de personnaliser le contenu de certaines pages pour faciliter la saisie ou encore de formuler des questions plus ciblées. Toutes les questions posées, avec leur organisation par écran, et la définition de toutes les variables recueillies sont données dans (Diana, 2005b). Nous indiquons ci-dessous comment sont regroupés les quarante-quatre écrans du questionnaire. La logique de l'articulation de ces dix parties est représentée sur la Fig. 1.

Fig. 1 Diagramme de la séquence d'affichage

• Partie 1 : introduction, avec un message de bienvenue et quelques instructions générales.

• Partie 2 : recueil des données concernant la fréquence d'utilisation des différents modes de transport au cours des douze derniers mois.

• Partie 3 : reconstitution de la séquence de déplacements effectuée lors de la journée précédant la passation de l'enquête ; dans le cas où la personne interrogée n'a pas voyagé ce jour là, il lui est demandé d'indiquer un jour où elle s'est déplacée et d'y faire référence dans la suite du questionnaire.

• Partie 4 : description détaillée d'un déplacement sélectionné de manière aléatoire (voir §4.1) ; c'est ce déplacement et lui seul qui fera l'objet de la suite du questionnaire ; l'enquête se concentrant sur les déplacements courts, de moins de cinquante kilomètres, si la personne interrogée n'a pas indiqué en partie 3 de déplacement de ce type, il lui est demandé de recommencer en se référant à un jour antérieur.

• Partie 5 : recueil du temps de déplacement sur chaque étape du trajet caractérisée par un mode de transport mécanisé (y compris bicyclette) ou non (marche à pied).

• Partie 6 : recueil d'informations concernant chaque mode de transport utilisé ; par exemple, caractéristiques du véhicule et conditions de stationnement pour les modes individuels, ou temps d'attente et type de billet pour le transport collectif.

• Partie 7 : recueil, sur des échelles de type Likert, des opinions et impressions vis-à-vis du déplacement étudié ; comme indiqué précédemment, l'éventail des questions posées est volontairement très large ; il sera ultérieurement resserré au vu de la pertinence des réponses pour mesurer l'utilité primaire.

• Partie 8 : recueil, sur une échelle de type Likert présentée sous forme graphique, de l'attitude vis-à-vis du même déplacement si celui-ci pouvait à l'avenir être effectué à l'aide de moyens de transport public différents.

Cette question a pour but de mesurer la propension à changer de mode de transport. Nous ne sommes pas dans le cadre standard d'un choix modal avec préférences déclarées, où les alternatives de choix sont symétriques et présentées à la personne interrogée sous la forme de fiches appariées donnant les attributs de chaque alternative. Dans notre cas, les modes alternatifs proposés n'existent pas et le choix se fait entre une alternative qui a été expérimentée par la personne interrogée et une alternative hypothétique, pour laquelle les attributs sont présentés. On verra en §4.2.2 et §4.2.3

comment ces attributs sont calculés sur la base des réponses recueillies dans les parties précédentes du questionnaire. Ce faisant, l'objectif est de recueillir les données qui devraient nous permettre ultérieurement de vérifier si la théorie d'utilité primaire des déplacements peut aider à prévoir la demande vis-à-vis de nouveaux services de transport et les effets sur l'équilibre du système actuel de transport de l'introduction de ces nouveaux services. Cette approche est pertinente compte tenu de la tendance actuelle à favoriser des formes de transport comme le covoiturage, la voiture partagée ou les services à la demande, au-delà de la classique opposition entre transport individuel et transport en commun.

• Partie 9 : en s'inspirant des relations entre budget de temps de déplacement et utilité primaire discutées par Mokhtarian et Salomon (2001), établissement d'un lien entre le budget de temps de déplacement et les perceptions subjectives concernant les déplacements que la personne interrogée a effectués au cours des douze derniers mois, ainsi que les déplacements qu'elle envisage de faire à l'avenir ; ces déplacements sont classés de différentes manières, selon le but, selon la distance, selon le mode de transport, etc.

• Partie 10 : recueil des caractéristiques socioéconomiques de la personne interrogée.

En matière d'exemple, la Fig. 2 montre l'écran n° 3 du questionnaire, situé au début de la partie 2. Sur tous les écrans le même en-tête donne les coordonnées de la personne à joindre en cas de problèmes. Les boutons de navigation indiquent la progression. Ici, la première phrase est illisible, car trois possibilités sont superposées. En fait une seule de ces trois possibilités sera donnée, selon les réponses obtenues jusque là.

Fig. 2 Un exemple d'écran du questionnaire

4. Caractéristiques novatrices de l'enquête

Le questionnaire que nous avons décrit présente plusieurs aspects novateurs, dont deux parmi les plus importants vont être développés ici, à savoir la façon dont le déplacement, objet de l'analyse, est tiré au sort et les préférences déclarées faisant l'objet de la partie 8.

4.1. Sélection du déplacement à analyser

L'enquête a été conçue pour savoir s'il était possible d'observer l'utilité primaire du voyage en étudiant un déplacement donné. La procédure de sélection de ce déplacement parmi tous ceux qui sont relatés par la personne interrogée prend en compte la dimension psychologique du concept de déplacement plutôt que les définitions typiques de l'ingénierie des transports. Ce paragraphe vise à éclairer la manière dont ce choix s'effectue.

La partie 3 du questionnaire recueille des informations sur tous les déplacements effectués lors d'un jour donné. Un déplacement est défini comme un mouvement reliant deux lieux différents où la personne en déplacement accomplit une activité. Le déplacement peut être effectué à l'aide d'un unique moyen de transport ou de plusieurs et sera dans ce cas composé d'autant d'étapes que de moyens de transport différents. Une étape est une partie de déplacement, effectuée à l'aide d'un seul mode entre deux emplacements physiques. Un déplacement comportant plusieurs étapes sera jalonné, par exemple, par des arrêts de bus, des correspondances et autres lieux d'échange.

Notre objectif est d'évaluer l'utilité primaire des déplacements et les attitudes vis-à-vis d'un éventuel transfert modal. À cet égard, il peut parfois être dommageable d'isoler un déplacement au sein de déplacements enchaînés. Considérons par exemple le cas d'un parent qui dépose son enfant à l'école

sur le trajet de son domicile à son lieu de travail. Il y a effectivement là deux déplacements selon la définition qui en est faite, mais il n’est pas judicieux de séparer les deux. Mieux vaut interroger la personne sur ses attitudes envers le macrodéplacement maison-école-lieu de travail, car il est peu probable qu’elle puisse envisager un changement de mode pour un seul des deux déplacements enchaînés.

Arriver à sélectionner avec exactitude le déplacement qui apportera le maximum d’informations pour notre recherche semble difficile et nous avons préféré privilégier une notion plus intuitive du déplacement. Nous avons mis en place une règle heuristique qui impose une limite supérieure à la durée de l’activité accomplie en un lieu donné. Quand la personne interrogée déclare avoir passé moins d'une heure en B, les deux déplacements reliant A à B, puis B à C sont fusionnés et considérés comme un seul candidat à la sélection dans le processus d'échantillonnage des déplacements. Si ce macrodéplacement est sélectionné, la personne interrogée devra ne pas tenir compte de l'arrêt intermédiaire en B et considérer pour les questions suivantes le déplacement de A à C dans son ensemble. Le seuil d'une heure comme variable de comportement est bien évidemment entaché d’une part d’arbitraire, que nous pourrons lever à l’avenir en recherchant spécifiquement quelle est la meilleure définition de cette limite.

Sachant que l'objet de l’enquête porte sur des déplacements de moins de cinquante kilomètres, le processus d'échantillonnage aléatoire passe par les étapes suivantes :

– recueil de la séquence des déplacements ;

– rejet de tous les déplacements supérieurs à cinquante kilomètres ;

– sélection aléatoire de l'un des déplacements restants ; si la personne interrogée a passé moins d'une heure à l'origine ou à la destination de celui-ci, nous étudions le déplacement précédent ou suivant, s'il en existe un ; nous l’ajoutons au premier déplacement à condition qu’il fasse moins de cinquante kilomètres et ainsi de suite jusqu'à avoir individualisé une séquence de macrodéplacement.

Les questions suivantes porteront sur ce macrodéplacement, lequel, de par sa définition, présente les caractéristiques suivantes :

– aucun déplacement constituant le macrodéplacement n'est supérieur à cinquante kilomètres ;

– la personne interrogée n'a pas passé plus d'une heure à un endroit au cours du macrodéplacement ;

– si un déplacement effectué juste avant ou juste après le macrodéplacement n’a pas été inclus dans celui-ci, c’est qu’il en était séparé par plus d'une heure d’activité sur place ou qu’il était supérieur à cinquante kilomètres.

Cette définition de macrodéplacement présente des aspects sans doute arbitraires à côté d’autres plus intuitifs. Elle vise à individualiser, au sein des chaînes de déplacement, des objets de taille optimale du point de vue des processus psychologiques qui sous-tendent le phénomène d’utilité primaire. Si nous avions considéré l’ensemble des déterminants de choix modal, y compris les contraintes physiques et objectives, il aurait été plus exact de développer l’analyse sur la base des sorties ou boucles de déplacement, comme en atteste l’état de l’art des modèles fondés sur l’activité. Mais une boucle de déplacement est en moyenne trop étendue au regard des aspects psychologiques qui nous intéressent ici. Par exemple, un individu se trouve pendant son trajet domicile-travail dans une situation très différente de celle qu’il connaît durant son trajet travail-domicile, tant pour des

raisons objectives de congestion ou autres, que personnelles, puisqu'il n'est sans doute pas dans le même état d'esprit avant de commencer son travail et une fois sa tâche accomplie. Ces deux trajets constituent pourtant une seule boucle, mais un jugement global porté sur celle-ci, qui ne serait autre qu'une mauvaise synthèse de deux appréciations éloignées et parfois même contradictoires, serait incertain et bien peu opérationnel dans notre optique.

4.2. Les expériences de préférences déclarées

4.2.1. Les attributs caractérisant les offres alternatives de transport

Nous revenons ici à la partie 8 du questionnaire, dans laquelle la propension des personnes interrogées à envisager un transfert modal est questionnée par le biais d'une expérience de préférences déclarées. Les six services de transport alternatifs proposés, qui normalement n'existent pas pour le déplacement considéré, sont les suivants :

– une ligne de bus directe de mauvaise qualité à moindre coût ;

– une ligne de bus directe de bonne qualité à coût plus élevé ;

– un système de transport à la demande de mauvaise qualité à moindre coût ;

– un transport à la demande de bonne qualité à coût plus élevé ;

– un service de taxi collectif ;

– un service de covoiturage.

Les deux lignes de bus sont caractérisées par trois attributs liés à la qualité de service, soit l'intervalle entre deux véhicules successifs, la distance des extrémités du déplacement à l'arrêt de bus le plus proche et le temps de parcours. Les trois attributs de qualité des deux systèmes de transport à la demande sont les mêmes, à l'exception de l'intervalle entre véhicules successifs, remplacé par la fenêtre horaire d'embarquement, laquelle désigne le délai maximum entre l'heure d'embarquement demandée par le client lors de la réservation de son déplacement et l'embarquement effectif. La qualité de service du taxi collectif et du covoiturage est décrite par les seuls temps de déplacement. À tous les services, exception faite du covoiturage, est également associé un tarif.

L'un des facteurs-clés de la réussite d'une expérience de préférences déclarées est le degré de réalisme des alternatives présentées. Pour cela, les attributs des services de transport proposés doivent s'accorder au type de déplacement décrit dans l'enquête. Si l'intervalle entre deux véhicules (ou la fenêtre horaire dans le cas des transports à la demande) et la distance à l'arrêt le plus proche sont fixes, il n'en va pas de même du temps de parcours et du tarif.

Mettre sur pied une procédure automatique qui calcule pour les modes alternatifs de transport des temps de déplacement et des tarifs ayant un sens est certes complexe étant donné le grand nombre de situations possibles, en partie imprévisibles. Nous aurions pu pour simplifier faire dépendre ces valeurs, au moins partiellement, des temps de déplacement et des tarifs fournis par la personne interrogée pour le déplacement sélectionné dans le questionnaire, lequel a été effectivement réalisé. Cependant, nous avons jugé plus approprié de ne pas faire dépendre les alternatives de transport de ces données rapportées. En effet, les services alternatifs doivent être planifiés par un éventuel exploitant à partir des données plus *objectives* que sont la longueur du déplacement, la vitesse

moyenne sur le réseau routier concerné et l'équilibre financier. De plus, nous aurions introduit un biais si la personne interrogée avait rencontré, au cours de ce déplacement réel des circonstances exceptionnelles comme une interruption de service du transport collectif utilisé ou des embouteillages inhabituels.

Les temps de parcours et le tarif des services alternatifs de transport dépendent donc seulement de la longueur rapportée pour le déplacement et d'une vitesse moyenne, spécifique du mode alternatif et qui augmente avec la qualité de l'offre. Cette façon de procéder souffre évidemment du fait que la personne interrogée a du mal à estimer sa distance parcourue avec précision, sauf peut-être dans le cas où elle utilise un mode de transport motorisé individuel muni d'un compteur kilométrique, et que, suivant le contexte, plusieurs vitesses sont plausibles. Ces faiblesses seraient atténuées si l'enquête sur les attitudes était couplée à une enquête sur la mobilité utilisant des technologies de localisation de type GPS, comme cela est envisagé pour la prochaine enquête nationale française sur les transports de 2007.

4.2.2. Calcul des temps de déplacement par les modes alternatifs

Les distances de voyage sont mentionnées par la personne interrogée. À l'inverse, nous avons défini les vitesses commerciales des six modes alternatifs à partir des enquêtes de mobilité dont les résultats sont disponibles, à savoir l'enquête nationale transports de 1993-1994, l'enquête pour la région Île-de-France de 1997 et celle pour l'agglomération de Lille de 1998. En l'Île-de-France une distinction supplémentaire est faite suivant que l'origine et/ou la destination sont situées à Paris, en banlieue proche (petite couronne) ou lointaine (grande couronne).

Compte tenu des transports alternatifs proposés dans l'expérience de préférences déclarées, nous avions besoin de disposer des vitesses moyennes pour la voiture individuelle d'un côté, les bus de compagnies de service public de l'autre. La première sera utilisée pour le transport à la demande, le taxi collectif et la covoiturage, la seconde pour les services de bus proposés. Les vitesses moyennes fournies par les différentes enquêtes sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Vitesses moyennes observées dans différentes enquêtes françaises

Mode de transport	Enquête								
	nationale transports	Île-de-France 1997							Lille
	1993-1994	Paris			Petite couronne		Grande couronne	Moyenne pour l'Île-de-France	1998
		Paris	Petite couronne	Grande couronne	Petite couronne	Grande couronne	Grande couronne		
	Vitesse moyenne ($km \cdot h^{-1}$)								
Voiture	**34,6**	**7,7**	**13,7**	**26,1**	**11,9**	**24,7**	**20,6**	**18,0**	**24,2**
Autobus	**19,0**	**6,6**	**10,5**	**20,7**	**7,9**	**16,0**	**12,5**	**11,9**	**3,1**

Comme on pouvait s'y attendre, la gamme des vitesses observées est étendue. Les vitesses les plus élevées sont données par l'enquête nationale transports de 1993, qui inclut les déplacements jusqu'à quatre-vingts kilomètres à vol d'oiseau et sur autoroute, lesquels correspondent mal à notre analyse de déplacements de moins de cinquante kilomètres. Ce sont également les données les plus anciennes, qui n'intègrent pas la dégradation des conditions de circulation intervenue dans les années 1990. Les vitesses les plus faibles correspondent aux déplacements dans Paris.

En plus de l'origine et de la destination du déplacement, la longueur de celui-ci influe sur la vitesse. Madre (1998) a étudié la relation entre vitesse et distance parcourue sur les données de l'enquête nationale transports de 1993. André *et al.* (1999 ; p. 67) ont trouvé des résultats similaires pour des déplacements enregistrés à bord de véhicules. Malgré la grande dispersion des valeurs, dans les deux cas, la fonction qui relie la vitesse moyenne et la distance de voyage est concave.

Les valeurs des vitesses moyennes données par l'enquête nationale transports étant beaucoup plus élevées que les autres, nous utilisons les seules valeurs moyennes fournies par les deux autres enquêtes. Les informations n'étant pas suffisantes pour lier vitesse et distance parcourue par une fonction d'ordre supérieur à 1, nous considérons la vitesse des six modes alternatifs de transport comme une fonction linéaire de la distance dans la gamme étudiée (de 0 à 50 km), la pente étant estimée d'après les travaux de Madre (1998) et André *et al.* (1999). Ces fonctions sont représentées sur la Fig. 3.

Fig. 3 Relations entre longueur du déplacement et vitesse moyenne pour les six modes alternatifs

Les réactions des personnes interrogées montrent que les temps de déplacement calculés de la sorte pour les modes alternatifs sont parfois irréalistes (trop courts) et parfois non concurrentiels (trop longs). Globalement ces deux cas s'équilibrent, si bien qu'il semble difficile d'avoir une meilleure définition des temps de déplacement en s'appuyant exclusivement sur la distance parcourue.

4.2.3. Calcul des tarifs des modes alternatifs

Les tarifs des services ont été définis comme une fonction croissante des distances de déplacement. Un tarif plancher a été fixé pour les déplacements de moins de cinq kilomètres. Entre cinq et cinquante kilomètres des fonctions concaves d'ordre supérieur ont été utilisées. Elles sont représentées sur la Fig. 4 pour toutes les alternatives, à l'exception du covoiturage, pour lequel la notion de tarif n'a pas de sens. Les tarifs calculés à partir de ces fonctions sont arrondis à l'euro ou au demi-euro avant d'être présentés dans l'enquête.

Fig. 4 Relations entre longueur du déplacement et tarif pour cinq modes alternatifs

5. Mise en place de l'enquête et saisie des données

Au cours de la recherche, on a apporté un soin particulier non seulement à la conception du questionnaire, mais aussi à la mise au point de stratégies efficaces pour obtenir la coopération des personnes constituant l'échantillon d'enquête. C'est en effet un problème crucial des enquêtes auto-administrées. La phase de conception a donc inclus la rédaction soignée de courriels et d'annonces sur la page intranet de l'Institut pour solliciter les collaborations, ainsi que de deux messages de relance prévus pour qui n'aurait pas répondu. Un poster contenant l'essentiel des informations a également été affiché pour toucher les personnes qui ne consultent pas régulièrement leur messagerie électronique.

Le questionnaire a été mis au point à l'aide du logiciel Le Sphinx Plus² version 4.5 (Le Sphinx, 2003). On a également décidé de charger l'enquête sur le serveur maintenu par la maison productrice du logiciel, afin de simplifier la gestion de l'ensemble du processus. Cette phase initiale a duré environ deux mois, de la fin août à la fin octobre 2004.

Cette première rédaction du questionnaire a ensuite été soumise à un processus de révision en trois étapes :

– tenue de débats de groupe impliquant un panel de spécialistes au fait de la conception d'enquêtes transports, travaillant au Département économie et sociologie des transports (DEST) de l'INRETS, sur le concept et la structure globale de l'enquête ;

– révisions linguistiques et reformulations du questionnaire, des courriels et des affichages ;

– tests préliminaires auprès d'un sous-échantillon d'une vingtaine de personnes, soit internes, soit externes à l'Institut.

De cette manière, à la fois les contenus de l'enquête et la présentation des questions ont été révisés en profondeur. On s'est aperçu que les aspects ergonomiques étaient d'une importance capitale si l'on voulait obtenir le maximum de réponses et éviter autant que possible les malentendus, compte tenu de la longueur du questionnaire, du type de questions et de l'utilisation d'une interface informatique.

La révision a débouché sur plusieurs améliorations, parmi lesquelles nous mentionnerons :

– la suppression de certaines questions que beaucoup comprenaient mal ;

– le changement de l'ordre de présentation de plusieurs questions à l'intérieur d'une section et de sections entières pour améliorer la lisibilité ;

– la modification d'échelles sémantiques, notamment par la réduction du nombre de degrés ;

– l'insistance sur le fait que les questions sur les attitudes dans la partie centrale du questionnaire se réfèrent uniquement au déplacement sélectionné ;

– l'amélioration du réalisme des expériences de préférences déclarées, notamment par amélioration des attributs des alternatives (cf. §4.2.2 et 4.2.3) ;

– l'inclusion de pages de transition lors d'un changement de thème ;

– l'évolution de la couleur des flèches de navigation au fur et à mesure de l'avancement dans le questionnaire, ceci pour donner à la personne interrogée un sentiment de progression.

D'autres particularités du questionnaire pouvaient être source de problèmes. Alors que le navigateur Internet utilisé par certaines des personnes interrogées ne comprend pas la machine virtuelle Java, on a utilisé le langage Java, car le logiciel de mise au point de l'enquête l'exigeait pour mettre en place les caractéristiques les plus avancées et les fonctionnalités graphiques nécessaires.

Le questionnaire est très long. La personne interrogée doit estimer les distances de ses déplacements, ce qui est particulièrement délicat dès lors que le déplacement n'est pas effectué par un moyen de transport motorisé individuel possédant un compteur kilométrique. Dans la partie 2, elle doit décrire ses comportements de multimodalité sur une période assez longue (douze mois). Ces handicaps sont réels, mais, si l'on avait voulu s'en affranchir, il en serait résulté une perte d'information plus dommageable encore.

Une fois fixée la forme définitive du questionnaire, la saisie des données a commencé. Le serveur a été utilisé pendant six semaines environ. Le tableau 2 présente le déroulement du recueil de données.

Tableau 2 Déroulement du recueil de données

Activité	Date de début	Date de fin
Conception de l'enquête	Août 2004	Octobre 2004
Mise en place du logiciel	Septembre 2004	Octobre 2004
Débats avec le panel	Septembre 2004	Octobre 2004
Révision linguistique	18/10/2004	22/10/2004
Tests préliminaires	28/10/2004	10/11/2004
Recueil des réponses	17/11/2004	20/12/2004

6. Taux de réponse

Bien que l'échantillon étudié ne soit pas représentatif de la population générale, il a semblé intéressant d'évaluer le taux de réponse, sans se cacher qu'il se situera vraisemblablement à la limite supérieure du taux de réponse que l'on obtiendra avec un échantillon plus représentatif. Pour mieux éclairer ce point, le taux de réponse est étudié par classe de personnes interrogées.

D'après le Centre informatique et recherche de l'INRETS, 748 adresses électroniques étaient valides quand l'enquête a démarré. Les questionnaires retournés complétés ont été au nombre de 164. Le taux de réponse n'est pas le simple rapport entre ces deux nombres, car une part importante des adresses valides n'étaient plus actives, du fait du départ d'étudiants ou de personnels temporaires. Nous allons donc examiner les choses plus en détails.

6.1. Taux de réponse pour les catégories de personnel permanent

Une des variables socioéconomiques recueillies concernait la fonction au sein de l'Institut de la personne interrogée. Le nombre de postes permanents et leur répartition entre les différents corps sont connus. À l'inverse, les postes temporaires sont plutôt décentralisés et dépendent de projets spécifiques et de financement variés, si bien qu'il difficile d'en avoir une vision globale. La situation

est tout aussi compliquée pour les stagiaires et les doctorants. C'est pourquoi nous avons tout d'abord calculé le taux de réponse pour le personnel permanent, que nous avons pu par la suite affiner par corps de fonctionnaires (tableau 3).

Le taux de réponse est de 9 % pour le degré hiérarchique le plus élevé (Directeur de recherche) et atteint un maximum de 50 % au sein des corps d'ingénieurs de l'État (Ponts et chaussées, Travaux publics de l'État, etc.). Ce dernier chiffre pourrait être quelque peu biaisé, puisque que sur les quatorze personnes de cette catégorie, beaucoup travaillent au DEST et se sentaient donc plus tenues de répondre que la moyenne des personnes interrogées. Le taux de réponse moyen pour le personnel permanent est de 24 %. Le tableau 3 montre également que le personnel technique et administratif a un taux de réponse inférieur à celui du personnel de recherche et que, au sein du personnel de recherche, le taux de réponse diminue globalement au fur et à mesure que l'on se déplace vers les grades les plus élevés.

Tableau 3 : Taux de réponse du personnel permanent par corps

Personnel permanent		**Effectif**	**Nombre de réponses**	**Taux de réponse**
	Corps			
Personnel de recherche	Ingénieur d'État	14	7	50 %
	Assistant-ingénieur	26	10	38 %
	Ingénieur d'études	54	20	37 %
	Ingénieur de recherche	40	8	20 %
	Chargé de recherche	98	24	24 %
	Directeur de recherche	53	5	9 %
	Ensemble	**285**	**74**	**26 %**
Personnel technique et administratif	Technicien	86	17	20 %
	Adjoint technique	18	2	11 %
	Ensemble	**104**	**19**	**18 %**
Total personnel permanent		**389**	**93**	**24 %**

6.2. Taux de réponse global

Le personnel temporaire représente une proportion non négligeable du personnel total et concernait à l'époque de l'enquête plus les fonctions de recherche (étudiants et post-doctorants) que les fonctions techniques et administratives. Compte tenu de la tendance des personnels de recherche à répondre en plus grand nombre, on peut considérer le taux de 24 % comme une sous-estimation du taux de réponse total, lequel pourrait être compris dans une fourchette de 25 % à 35 %.

7. Conclusion

L'état de l'art en matière de comportements de mobilité semble indiquer que l'étude de l'utilité primaire des déplacements a besoin d'outils d'analyse nouveaux et spécifiques pour être abordée de façon adéquate. Définir ces outils est de l'ordre de la recherche exploratoire, contrairement à certaines applications, pour lesquelles il suffit d'adapter des méthodologies existantes en fonction d'hypothèses à tester. La première phase de la recherche a donc consisté à mettre en place un instrument d'enquête assez complet pour recueillir toutes les données nécessaires. Cette globalité recherchée avait pour corollaire une complexité certaine. C'est pourquoi nous avons administré ce questionnaire à des personnes, qui, du fait de leurs centres d'intérêt et de leurs qualifications

professionnelles, semblaient à même de donner des réponses pertinentes.

L'utilisation d'Internet nous a permis de développer des formules novatrices de recueil de données, comme les barres graphiques interactives pour le recueil du jugement sur une échelle et les attributs des alternatives de transport présentées dans les expériences de préférences déclarées variables selon le contexte. Des analyses spécifiques de l'ensemble de données sont encore nécessaires pour évaluer la valeur ajoutée de ces méthodologies.

Nous avons amélioré nos connaissances sur les enquêtes de mobilité en ligne et accru notre savoir-faire en ce qui concerne leur mise en place. L'expérience a montré que, sans représenter une tâche insurmontable pour la personne interviewée, l'instrument d'enquête décrit dans cet article était suffisamment flexible pour recueillir des données complexes, qui nécessitent d'ordinaire l'intervention d'un enquêteur au téléphone ou même en face à face, d'où un gain de temps et d'argent certain.

Nous avons donc constitué une base de données assez riche. La principale innovation tient à l'association de données de mobilité telles qu'on les trouve dans les enquêtes classiques et de données sur les attitudes, qui seront pour leur part traitées par des techniques psychométriques. Les données recueillies peuvent être utilisées pour construire un modèle de mesure de l'utilité primaire du déplacement (Diana, 2006), en vue d'évaluer l'influence de celle-ci dans la démarche de changement d'usage des différents modes de transport.

Remerciements Ce travail a grandement bénéficié de la participation de la plupart de mes collègues du Département d'économie et de sociologie des transports de l'INRETS à de longs et fructueux débats. J'exprime ma gratitude à toutes les personnes qui ont consacré du temps à cette enquête inhabituelle et qui, de façon très professionnelle, m'ont fourni de précieuses contributions. Les remarques des rapporteurs anonymes ont été utiles pour améliorer la présentation du travail. Nous remercions également Marie-José Mingotaud pour la traduction à partir de l'anglais et Sylvie Abours pour sa relecture patiente et minutieuse de l'article.

Abridged version

1. Introduction

At the present time, one of the most innovative areas of transportation research relates to the behavioural aspects of planning models. It has become apparent that these models should take account of more realistic behaviours, and relevant hypotheses have been made. The alliance between transportation engineering and social sciences has already succeeded in identifying a number of *new* behavioural mechanisms, which are difficult to capture in standard modelling frameworks and which do not always meet universal acceptance. One such mechanism, the concept of the primary utility of transport, has recently been put forward (Mokhtarian and Salomon, 2001), (Mokhtarian, 2005). This can be defined as the utility which individuals who travel derive from the activity of travelling per se, irrespective of the activities which are performed at the destination.

Some current research aims to prove the existence and importance of the primary utility of travel. The potential role of primary utility in generating transport demand is another area of research. This study aims to integrate this concept within a transportation model in order to evaluate its importance in comparison with standard factors, namely trip purposes and the attributes of the different transport modes. While in most cases we have considered the initial stage of the generation of travel demand, primary utility is also considered with regard to the possibilities of modal diversion. This work thus reflects the environmental and societal concerns of sustainable development which are currently on the European research agenda.

2. Methodological aspects

The first issue to be resolved was to decide on the best analytical tool for investigating primary utility. Much current research into travel behaviour is based on behavioural hypotheses which are so strong they prevent us from perceiving the real importance of the primary utility of travel. For example, modal diversion analyses, which is one of the central themes of this study, are predominantly carried out through discrete choice models which make use of the theory of random utility.

In this context, Hess *et al.* (2005) have shown that assigning a negative value to travel time savings, which corresponds to a positive coefficient for travel time, is theoretically incompatible with the classical microeconomic theory of time allocation as presented, for example, by Jara-Diaz (2000). However, econometric theories are normally used to provide a theoretical basis for the utility function in a discrete choice model. The study of primary utility in a utilitarian framework therefore seems currently incompatible with the state-of-the-art and the theoretical foundations of these disciplines need to be developed in order to be able to continue in this direction.

This paper will not define a theoretical tool which is appropriate for studying primary utility, but will concentrate on the observation of reality rather than the development of a new behavioural model. The paper will determine the data which are the most useful for defining the concept of primary utility, and this concept will then be integrated within a modelling process (Diana, 2006). The first stage therefore consists of collecting the necessary data by means of an innovative survey; multivariate statistical analysis techniques will then be applied to these data.

The database resulting from this data collection process must be *mixed*, i.e. it must include both the travel behaviours identified in the context of conventional transport surveys and observations linked to individual attitudes obtained using psychometric techniques. The reason for this is that primary

utility of trips cannot be observed directly or by means of a scale, which means that the reactions of the respondents must be tested using a very large range of questions.

At this stage, the questionnaire was necessarily long and complex, as we had no accurate idea of the right questions to ask and asked some which would subsequently be dropped. The use of the Internet in order to collect responses made it possible to organize this complex questionnaire clearly, thereby avoiding respondent fatigue. The content of the survey, with the full list of the variables and all the questionnaire screens is described in (Diana, 2005b). Fig. 1 shows the overall ten-part structure of the survey.

In order to produce high quality information rapidly we needed a target group for the prototype questionnaire. It was therefore decided to call on INRETS staff, which is a sufficiently large group which tends to be well aware of transportation issues. In view of this group's high degree of familiarity with computers, it was possible to administer the survey and collect the data entirely on-line, which led to major time savings.

In the case of each respondent, the survey related to a single trip, randomly selected from the respondent's recent trips. The focus was on short distance trips — less than fifty kilometres.

Once an acceptable model for measuring primary utility has been identified, a simplified version of this pilot survey will be administered to a statistically representative sample of a general population, for example at a metropolitan scale.

3. Innovative characteristics of the survey

3.1. What trip should be analyzed?

The survey has been designed to find out whether it is possible to observe the primary utility of a particular single trip. The trip in question was selected from those described by the respondent by a procedure which takes account of the psychological dimension of travel rather than the conventional definitions used in transportation engineering. We decided to apply a heuristic rule based on the time of day at which the respondent performs an activity at a given location. When the respondent stated that he or she spent less than an hour at location B, the two trip legs from A to B and from B to C are merged and considered as a sole candidate for selection during the trip sampling process.

By considering macrotrips of this type, applying criteria that are intuitive although arbitrary to some extent, we have isolated segments of an optimal size as regards the psychological processes which provide the basis for primary utility, which is the target of the study. If we wished to consider the other determinants of modal choice, including physical and objective constraints, it would doubtless have been necessary to extend analysis to all outings or return journeys, as is done in the case of existing models which deal with individuals' activities.

3.2. The stated preference experiments

In order to establish if the individuals who describe a given trip in the survey might have been tempted to use an imaginary transport mode had it been available, we administrated a variant of a classical stated preferences experiment. The respondent was asked about his attitude towards changing the mode currently being used in the considered trip, in favour of a choice of six alternative transport services: two bus routes and two demand-responsive transport systems with different qualities and prices, a traditional taxi service and a car-sharing service.

It is well known that one of the key factors for the success of a stated preference experiment is the realism of the alternatives, which depends, in this case, mainly on the quality of their attributes. The two attributes that relate to travel time and pricing should be appropriate for the type of trip described. It was therefore decided to fix the travel times and the fare on the basis of the distance of the journey in question. In other terms, these attributes were automatically calculated on the basis of the reported trip distance and the average speed of the selected alternative mode.

The average speeds for the six proposed alternative modes were estimated from some French Travel Surveys also taking account of the correlation between distance and speed studied by Madre (1998) and André *et al.* (1999; 67). The respondents' reactions reveal that the travel times that we derived were in some cases unrealistic (too short) and in others uncompetitive (too long). As there is a degree of equilibrium between the two, we have adopted the definition of travel time based solely on distance in view of its simplicity.

The prices of services have been fixed as an increasing function of the reported travel distances. A minimum price has been fixed for trips of less than 5 km. Between 5 and 50 km, higher order concave functions have been used (Fig. 4).

4. Implementing the survey and data input

Particular care was taken in designing the questionnaire and developing strategies for obtaining the cooperation of respondents, which is a central problem in self-administered surveys. With regard to design, great care was taken when writing the e-mail messages. Notices were posted on the INRETS Intranet website in order to encourage collaboration, and follow-up messages were sent to individuals who did not respond. A poster with all the essential information was also prepared in order to reach those individuals who do not regularly read their e-mails.

The first draft of the questionnaire was revised by experts in transport survey design at the INRETS Department of Transport Economics and Sociology (DEST) which led to some linguistic changes and reformulations. In addition, preliminary tests on a sub-sample of approximately twenty individuals were conducted. This process led to a thorough revision of both the content of the survey and the presentation of the questions. The crucial importance of ergonomic aspects became apparent with regard to obtaining the maximum number of responses while avoiding misunderstandings as far as possible, which can be extremely harmful in view of the type of questions and the length of our questionnaire.

5. Response rates

Although the studied sample is not representative of the general population, it is still interesting to assess the response rate, which is probably at the upper end of what would have been obtained with a more representative sample.

In order to shed more light on this issue, the response rate has been calculated for each group of employees with similar profile and belonging to the permanent staff. In fact, the number of civil servants working at INRETS in each category was known with precision. The response level was 9% for senior researchers, reaching a peak of 50% for state trained civil engineers. This latter figure may be subject to some bias, because many of the fourteen individuals who belong to this group work at the DEST, and probably therefore felt more concerned than the average individual who was questioned. The average response rate for permanent staff was 24%. The response rate among

technical and administrative staff was lower than among research staff and diminished the higher the individual's position in the hierarchy.

These responses rates do not include temporary staff, whose numbers are not precisely known. However, this group nevertheless represents a non-negligible proportion of the total, and frequently consists of students and young researchers. In view of the tendency for lower response rates among senior researchers and technical and administrative staff, we can state that the response rate at 24% is an underestimation of the total response rate. We can therefore consider that the response rate for this survey was in the range of between 25% and 35%.

6. Conclusion

The literature in the area of travel behaviours shows that new specific tools need to be developed in order to deal adequately with the concept of the primary utility of travel and conduct the necessary analyses. The creation of such tools requires exploratory research, although it is true that some existing methodologies may, in some cases, be re-used after the necessary adaptation work has been performed. One such tool is this survey which was developed in the first phase of our research and which is sophisticated enough to collect the necessary data. The complexity of this survey made it necessary to begin by questioning a set of individuals whose interests and professional qualifications made them capable of carrying out this complex and difficult task.

This survey has provided a fairly rich database. The main innovation is the combination of travel data, of the type contained in conventional transport surveys, and attitudinal data, whose processing requires psychometric techniques. The Internet survey provided the opportunity for setting up new data collection techniques, such as interactive graphic bars in order to graduate judgments and stated preference experiments with levels of attributes that vary according to the context. In the future, we shall attempt to assess the benefit of these innovative methods. The flexibility of the online survey means that it is possible to build up a complete and sophisticated database without using conventional survey staff, while remaining within the task complexity limits which are acceptable to the respondent.

The collected data has been used to construct a model for measuring primary utility (Diana, 2006), with a view to evaluating its impact on modal transfer.

Références

Alsnih, R., 2006. Characteristics of web-based surveys and applications in travel research, In: Stopher, P., Stecher, C (eds), Travel Survey Methods:Quality and Future Directions. Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas, 569-592.

André, M., Hammarström, U., Reynaud, I., 1999. Driving statistics for the assessment of pollutant emissions from road transport. Rapport de recherche INRETS-LTE, 9906, 194 p.

Arentze, T., Bos, I., Molin, E., Timmermans, H., 2005. Internet-based travel surveys: selected evidence on response rates, sampling bias and reliability. Transportmetrica, 1, 193-207.

Bonnel, P., Madre, J.-L., 2006. New technology: Web-based, In: Stopher, P., Stecher, C (eds), Travel Survey Methods: Quality and Future Directions. Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas, 593-603.

CERTU, 1998. L'enquête ménages déplacements méthode standard, Note méthodologique et annexes. Rapport CERTU, 295 p.

DeMaio, T.J., 1984. Social desirability and survey measurement: A review, In: Turner, C.F., Martin, E. (eds.), Surveying subjective phenomena, Vol. 2. Russell Sage, New York, États-Unis, 257-282.

Diana, M., 2005a. Relationship between specific (dis)utility and the frequency of driving a car. Transportation Research Record, 1926, 88-95.

Diana, M., 2005b. An exploratory web-based attitudinal travel survey administered to INRETS staff. Outils et méthodes INRETS, 12, 187 p.

Diana, M., 2006. Making the *primary utility of travel* concept operational: a measurement model for the assessment of the intrinsic utility of reported trips. Article en cours d'évaluation.

Fowler, F.J., 2002. Survey Research Methods, Third Edition. Applied Social Research Methods Series 1, SAGE, Thousand Oaks, États-Unis, 179 p.

Gaia, A., 2003. Il costo della mobilità nella città di Alessandria: contingent valuation versus stated choices. Mémoire de fin d'études, Politecnico di Torino, Turin, Italie, 700 p.

Hess, S., Bierlaire, M., Polak, J.W., 2005. Estimation of value of travel-time savings using mixed logit models. Transportation Research A, 39A, 221-236.

Hivert, L., 2001. Le parc automobile des ménages, Étude en fin d'année 1999 à partir de la source Parc Auto SOFRES. Rapport de convention ADEME-INRETS, 185 p.

Hupkes, G.,1982. The law of constant travel time and trip-rates. Futures, 14, 38-46.

INSEE, 1993. Enquête transports 1993-1994. Questionnaires de l'Enquête Globale Transports.

Jara-Diaz, S.R., 2000. Allocation and valuation of travel time savings, In: Hensher, D., Button, K. (eds.), Handbooks in Transport, Vol. 1, Transport Modelling. Pergamon, Oxford, Grande-Bretagne, 303–319.

Le Sphinx, 2003. Manuel de référence, Tome 1 (version Plus²) et Tome 2 (formulaires et tableaux de bord). Le Sphinx Développement, Chavanod, France.

Madre, J.-L., 1998. Trip length analyses from the 1981 and the 1993 NPTS diary surveys. Rapport INRETS.

Marchetti, C., 1994. Anthropological invariants in travel behavior. Technological Forecasting and Social Change, 47, 75-88.

McFadden, D., 2001. Disaggregate behavioural travel demand's RUM side: a 30-year retrospective. In: Hensher, D. (ed.), Travel Behaviour Research, The Leading Edge. Pergamon, Oxford, Grande-Bretagne, 17-63.

Mokhtarian, P.L., Salomon, I., 2001. How Derived Is the Demand for Travel? Some Conceptual and Measurement Considerations. Transportation Research A, 35A, 695-719.

Mokhtarian, P.L. (ed.), 2005. Travel as a desired end, not just a means. Transportation Research A, 39A, 93-276.

Ortúzar J.d.D., Willumsen, L.G., 2001. Specification and estimation of discrete choice models, Specification and functional form, In: Modelling transport, Third Edition. Wiley, Chichester, Grande-Bretagne, 252-256.

Redmond, L.S., Mokhtarian, P.L., 2001. The Positive Utility of the Commute: Modeling Ideal Commute Time and Relative Desired Commute Amount. Transportation, 28, 179-205.

Richardson, A.J., 2003. Some evidence of travelers with zero value of time. Transportation Research Record 1854, 107-113.

Spector, P.E., 1992. Summated Rating Scale Construction, An Introduction. Quantitative Applications in the Social Sciences, 82, SAGE, Thousand Oaks, États-Unis, 73 p.

Train, K., McFadden, D., 1978. The goods/leisure trade-off and disaggregate work trip mode choice models. Transportation Research, 12, 349-353.

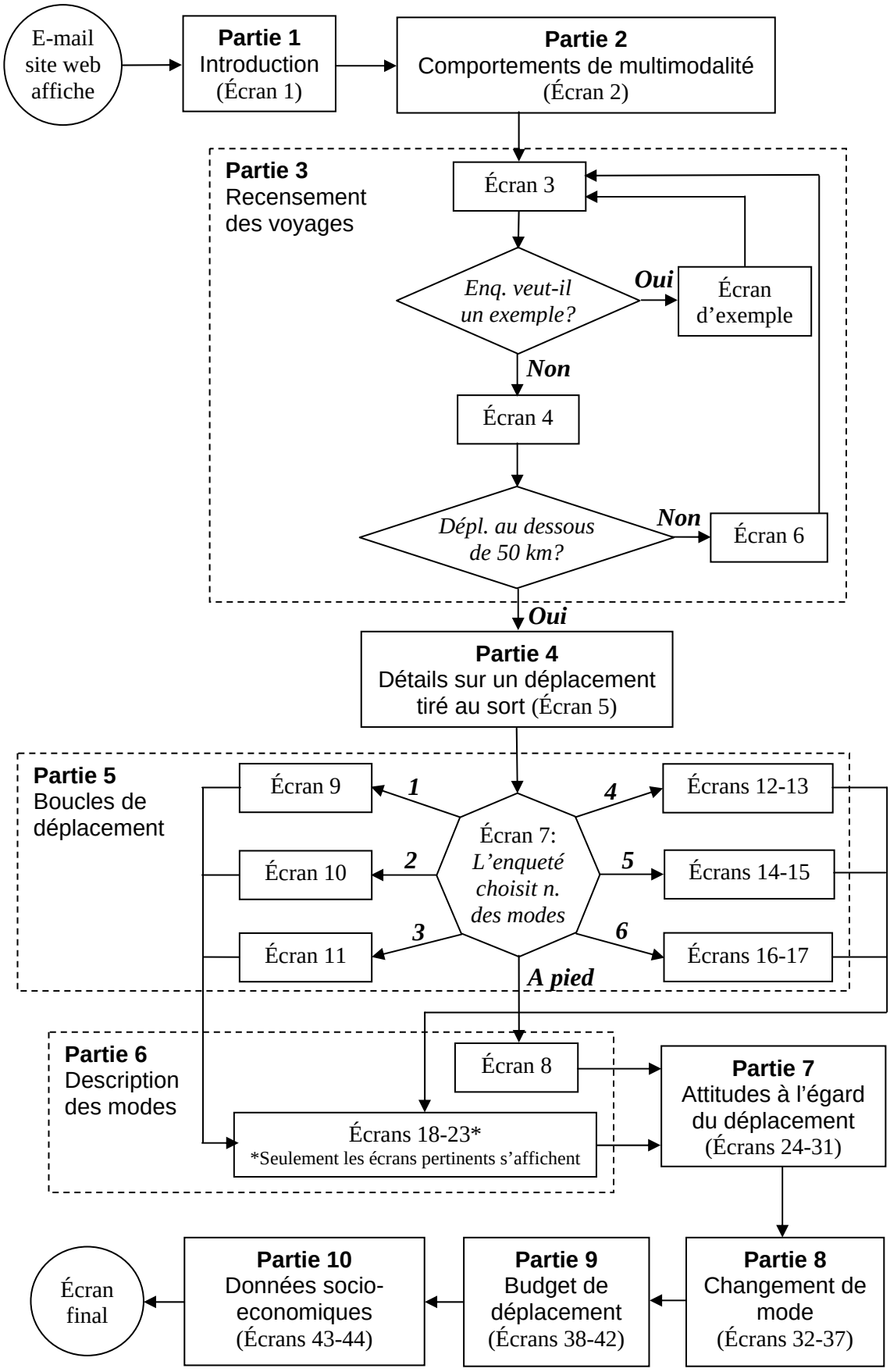

Figure 1 : Diagramme de la séquence d'affichage

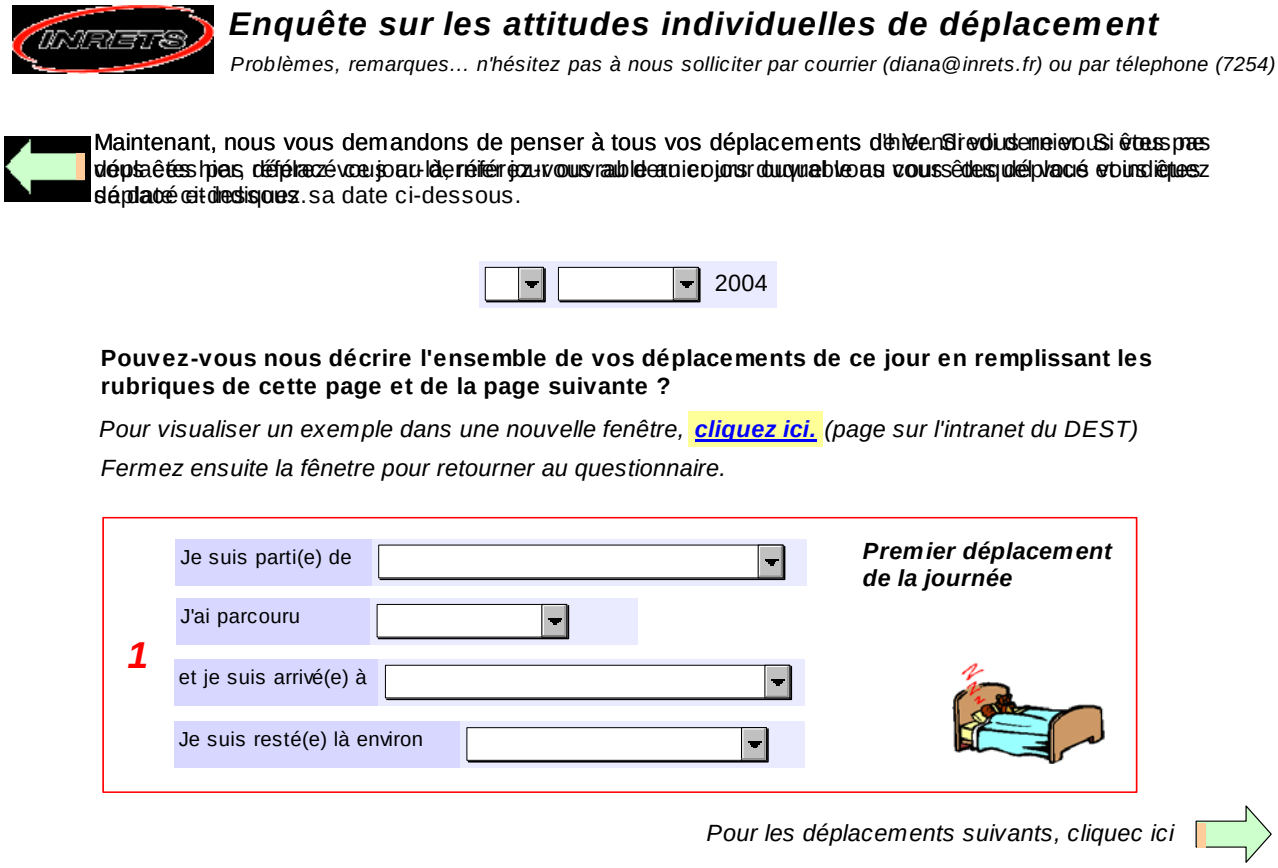

Figure 2 : Un exemple d'écran du questionnaire

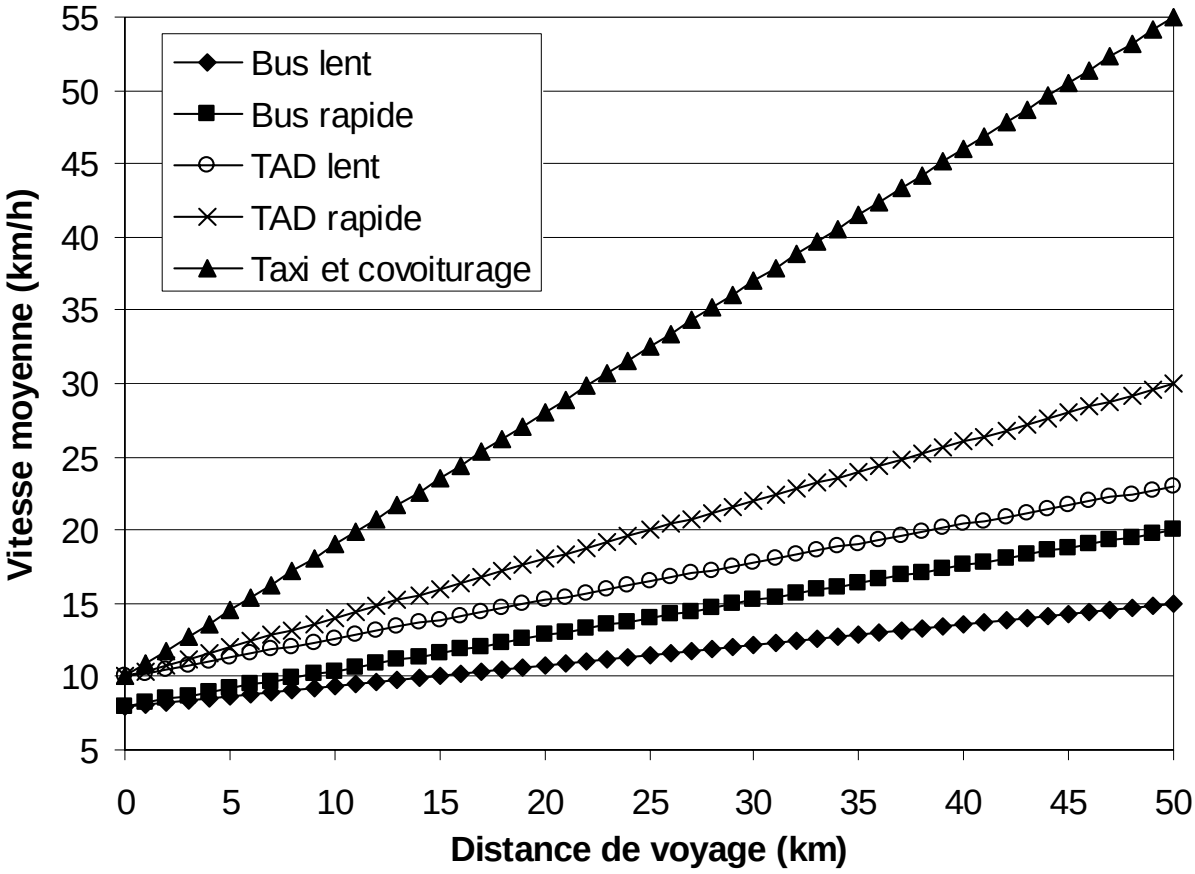

Figure 3 : Relations entre distance de voyage et vitesse moyenne pour les six modes alternatifs

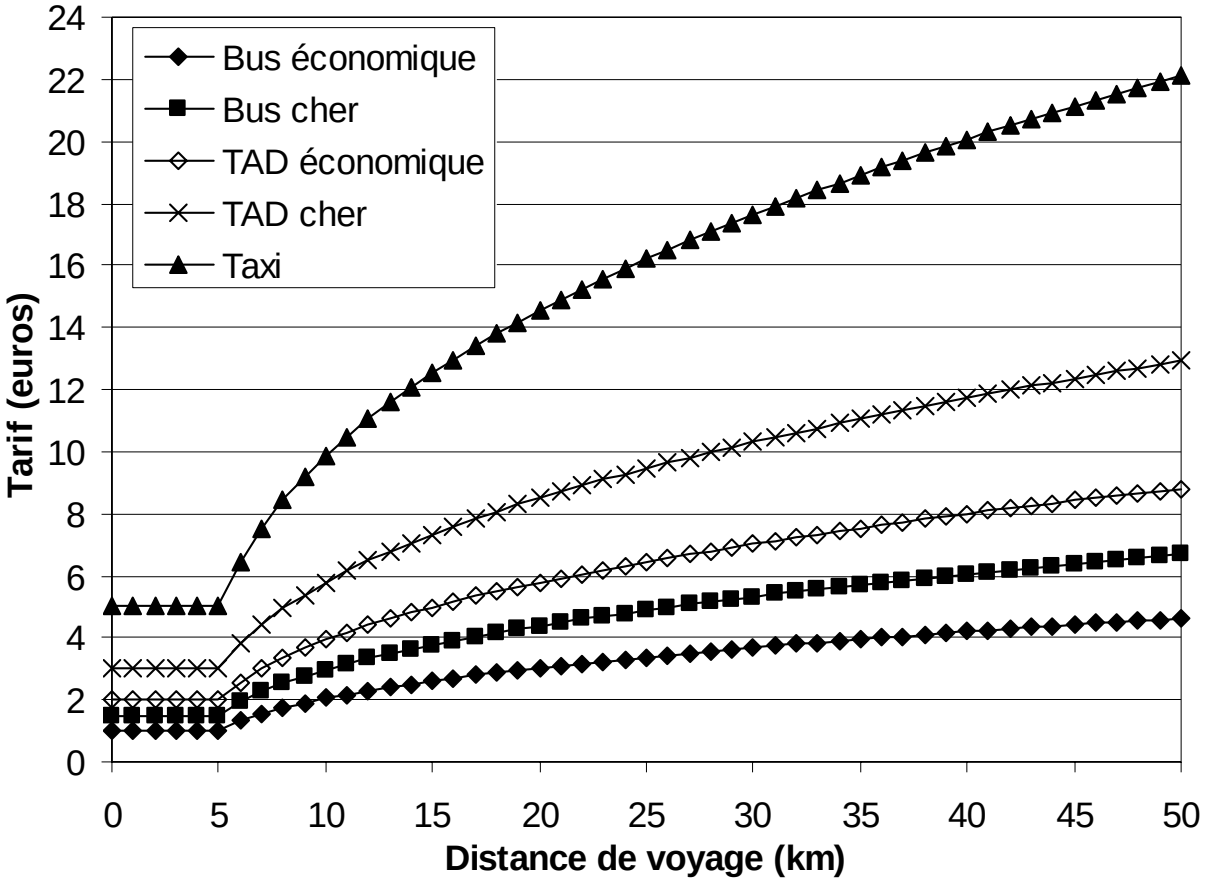

Figure 4 : Relations entre distances de voyage et tarifs pour les cinq premiers modes alternatifs