

ECONOMIC
RESEARCH
FORUM



منتدى
البحوث
الاقتصادية

2012

working paper series

**EVALUATION DE LA VALEUR DU TEMPS
DE TRANSPORT: LE CAS DE LA VILLE DE SOUSSE**

Maissa Chaibi and Khaireddine Jebssi

Working Paper No. 690

**EVALUATION DE LA VALEUR DU TEMPS
DE TRANSPORT: LE CAS DE LA VILLE DE SOUSSE**

Maissa Chaibi and Khaireddine Jebzi

Working Paper 690

July 2012

Send correspondence to:

Maissa Chaibi

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Sousse

maissa_chaibi@yahoo.fr

First published in 2012 by
The Economic Research Forum (ERF)
21 Al-Sad Al-Aaly Street
Dokki, Giza
Egypt
www.erf.org.eg

Copyright © The Economic Research Forum, 2012

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without permission in writing from the publisher.

The findings, interpretations and conclusions expressed in this publication are entirely those of the author(s) and should not be attributed to the Economic Research Forum, members of its Board of Trustees, or its donors.

Resume

L'usage massif de l'automobile privée génère de nombreuses externalités négatives, telle que la congestion qui induit une diminution de productivité, un allongement des temps de déplacement et un accroissement des coûts de transport non seulement pour les automobilistes mais aussi pour ceux qui adoptent le transport en commun. Cette situation nécessite l'intervention des autorités publiques afin de gérer le système de déplacements urbains visant à internaliser cette externalité négative. Pour ce la, l'estimation de la valeur du temps de transport (VTT) est primordiale pour décider des projets publics de transport. Cet article a comme objectif l'estimation des VTT des individus qui travaillent au centre-ville de Sousse-Tunisie, en utilisant deux méthodes : logit multinomial avec utilité linéaire et logit multinomial avec utilité non linéaire. En outre, nous calculons ces VTT sur des sous-échantillons constitués à partir de revenu, de temps de déplacement, de tranché d'âge et de sexe. Nous discutons les estimations obtenues des VTT pour les déplacements réguliers domicile-travail, leurs sensibilités par rapport à la durée de déplacement, au coût et par rapport au revenu du voyageur. Nous montrons que les VTT estimées par le modèle non linéaire sont plus élevées que celles estimées par le modèle linéaire. Elles augmentent avec le niveau de revenu et avec le temps du trajet court. En plus, la VTT des femmes est plus élevée que celle accordée par les hommes.

Codes JEL: C25, D11, R41

Mots clés: congestion routière, valeur du temps de transport, logit multinomial, utilité non linéaire.

1. Introduction

L'usage massif de l'automobile privée génère de nombreuses externalités négatives, principalement la congestion, qui induit un allongement du temps de déplacement et un accroissement des coûts de transport non seulement pour les automobilistes mais aussi pour ceux qui adoptent le transport en commun. Ces externalités négatives doivent être maîtrisées afin de gérer le système de déplacements urbains visant à réduire l'usage intensif de l'automobile privé et accroître par conséquent la productivité des transports en commun. L'amélioration des conditions de transport constitue un facteur de développement économique du pays incitant les autorités publiques à mettre en place différents types de politiques urbaines pour faciliter les déplacements des individus et diminuer les effets négatifs sur le niveau de bien être. En effet, effectuer un déplacement consomme à la fois des ressources en temps et en budget, et chaque usager cherche à circuler plus rapidement et à moindre coût. En conséquence, l'objectif de chaque usager est de perdre le moins possible du temps en transport et en dépensant le moins possible de ressources en budget. Un arbitrage prix-temps va ainsi s'opérer, d'où ressort la notion de la valeur du temps. Celle-ci constitue d'une part, un critère essentiel du choix modal pour les usagers et d'autre part, un mécanisme de tarification sur le marché de transport (Becker, 1965, De Serpa, 1971).

Les autorités publiques lorsqu'elles décident d'accroître la capacité des réseaux routiers et de développer les infrastructures routières, au niveau de leur entretien, de leur réhabilitation et dans le sens de créer des sites propres pour le transport public, doivent évaluer le bénéfice retiré par les usagers du transport et par la collectivité. Pour cela, il faut estimer la valeur du temps de transport qui est par définition le montant que l'individu est prêt à payer pour gagner une unité de temps durant le trajet tout en gardant son utilité constante. Autrement dit, cette valeur du temps est le taux de substitution entre temps et coût de transport tout en gardant la fonction d'utilité constante. De Lapparent (2004) montre que cette valeur est égale à la variation du prix exposé à la politique de transport qui permet son financement, d'augmenter la capacité des réseaux routiers, d'entretenir les infrastructures de transport et de conserver le même niveau du bien être. La valeur du temps de transport est ainsi un paramètre essentiel pour les institutions publiques lorsqu'elles décident de projets publics de transport. En effet, elle est fondamentale dans les analyses coûts-bénéfices de projets de transport. Estimer la valeur du temps d'une population permet par conséquent aux autorités publiques de faire un arbitrage assurant la diminution des temps des trajets par un financement adéquat sans avoir modifié les niveaux des biens êtres des voyageurs.

Dans la littérature, il existe deux théories pour déterminer la forme fonctionnelle de la valeur du temps de transport : la première se base sur la théorie de l'allocation du temps et la deuxième s'appuie sur la théorie de choix discret. Concernant la première théorie, Becker (1965), De Serpa (1971) et Evans (1972) sont les premiers qui ont analysé d'une manière générale l'introduction de la variable temps dans les modèles microéconomiques de choix d'allocation du temps aux activités. Ensuite, Johnson (1966), Oort (1969), Small (1982) et Gronau (1986) ont introduit des données liées au transport dans ces modèles microéconomiques.

Concernant la théorie de choix discret, la plupart des travaux d'évaluation de la valeur du temps est basée sur les comportements des voyageurs devant le choix entre plusieurs alternatives (modes de transport, itinéraires, etc.). La valeur du temps issue se représente ainsi comme un arbitrage entre le temps de déplacement et le coût de déplacement (Train et Mc Fadden, 1978, Truong et Hensher, 1985). Ces modèles emploient la théorie de l'utilité aléatoire sur des alternatives discrètes dans la mesure où la fonction de l'utilité indirecte conditionnelle est une fonction linéaire des propriétés du consommateur et des caractéristiques de l'alternative de choix et d'un terme d'erreur. Deux approches sont adoptées pour déterminer la valeur du temps de transport. La première s'appuie sur

l'hypothèse de la constance des utilités marginales provenant d'une fonction d'utilité indirecte conditionnelle linéaire. Cette constance des utilités marginales implique une seule valeur du temps pour tous les individus utilisant le même moyen de transport (Train et Mc Fadden, 1978). En effet, la forme linéaire de la fonction d'utilité aboutit à une valeur du temps constante, qui ne varie pas en fonction de revenu, de temps et de coût de déplacement, et elle est unique pour tous les travailleurs. De là découle la limite principale de cette approche, à savoir la constance et l'unicité de la valeur du temps. Afin de remédier à ce problème, la seconde approche relâche l'hypothèse de la constance des utilités marginales par la détermination d'une fonction d'utilité indirecte conditionnelle non linéaire permettant d'obtenir une valeur du temps variable et propre à chaque individu (Truong et Hensher (1985), Causse (1999), Blayac et Causse (2001)).

Le plan de déplacement urbain de la ville de Sousse-Tunisie (2005) a montré que la croissance de la motorisation a des répercussions sur son centre-ville : congestion routière, répercussions sur l'environnement local (pollution de l'air et nuisances sonores), insécurité routière et exigüité des voies de circulation due à une demande pressante de stationnement. D'où la nécessité d'améliorer les conditions de circulation dans le centre ville de Sousse.

Notre papier a pour objet d'estimer les valeurs du temps de transport des individus qui accèdent au centre-ville de Sousse pour les déplacements réguliers domicile-travail¹. Nous utilisons deux méthodes : *logit multinomial avec utilité linéaire* et *logit multinomial avec utilité non linéaire* pour estimer les valeurs du temps de transport sur des sous-échantillons constitués à partir de revenu, de temps de déplacement, de tranché d'âge et de sexe. Nous discutons ensuite les estimations obtenues pour les déplacements réguliers domicile-travail, leurs sensibilités par rapport à la durée de déplacement, au coût et par rapport au revenu du voyageur.

Notre base de données est issue d'une enquête de préférence révélée. Elle est constituée des actifs qui travaillent au centre ville de Sousse. Nous ne considérons que les actifs réguliers sans changement de statut de salarié au cours de la période d'enquête. L'enquête a été effectuée auprès de 300 individus âgés entre 15 et plus de 60 ans. Les déplacements domicile-travail ont tous lieu entre 07H00 et 9H00 du matin, heures de pointe. Pour accéder au centre-ville de Sousse, tous les travailleurs utilisent l'un des modes de transport suivants : soit les transports individuels (voiture, voiture de société, voiture de ménage, moto ou marche à pieds), soit les transports en commun (bus ou taxi collectif).

Pour estimer la valeur du temps de transport, nous suivons la méthode proposée par Blayac et Causse (2001) qui utilisent une approximation de Taylor d'ordre 1 afin de déterminer une fonction d'utilité indirecte conditionnelle non linéaire permettant d'obtenir une valeur du temps non constante et non unique. Cette valeur du temps est fonction de revenu de l'individu, du temps de déplacement et du coût de déplacement. Nous montrons que les VTT estimées par le modèle non linéaire sont plus élevées que celles estimées par le modèle linéaire. Elles croissent avec le niveau de revenu et avec le temps du trajet court. En plus, la VTT des femmes est plus élevée que celle accordée par les hommes.

Le papier est organisé comme suit : nous présentons dans la deuxième section le cadre théorique de notre recherche à savoir la théorie de choix discret et plus précisément le modèle logit multinomial sous deux hypothèses : la première hypothèse est la constance des utilités marginales (fonction d'utilité indirecte linéaire) et la deuxième hypothèse concerne la non constance de ces utilités (fonction d'utilité indirecte non linéaire). La troisième section est

¹ Nous choisissons d'étudier les déplacements réguliers domicile-travail, car le centre ville de Sousse est caractérisé par une forte concentration de banques, d'administrations et des entreprises de service. En plus, ce motif travail constitue un domaine d'investigation des pouvoirs publics afin de mettre en place des politiques urbaines permettant de réduire la circulation automobile.

consacrée dans un premier temps à la présentation des données et de la méthodologie de notre recherche, et dans un second temps à l'interprétation des valeurs du temps estimées, pour chaque mode de transport pour les déplacements réguliers domicile-travail, sur l'échantillon complet, puis sur des sous-échantillons constitués à partir de revenu, de temps de déplacement, de tranche d'âge et de sexe du travailleur. Nous discutons les estimations obtenues, leurs variations par rapport au temps de déplacement, au coût et par rapport au revenu du voyageur. Enfin, dans la conclusion nous proposons au décideur public quelques recommandations nécessaires à l'amélioration des conditions de circulation dans le centre ville de Sousse.

2. La valeur du temps et la théorie des modèles de choix discrets

Les modèles de choix discrets sont les modèles les plus utilisés pour analyser la demande de déplacement. La fonction d'utilité est généralement représentée par une combinaison linéaire des attributs de chaque alternative (temps de transport, confort, sécurité, etc.), et des variables socioéconomiques de chaque individu telles que le revenu, le sexe, la tranche d'âge, la catégorie socioprofessionnelle, etc. Sous cette approche, l'analyste est supposé connaître, pour chaque alternative, les variables qui déterminent le niveau d'utilité non aléatoire correspondante. Ceci pose de nombreuses questions concernant la spécification du modèle : la structure de décisions de choix, la distribution de la partie non observée de l'utilité, la forme fonctionnelle de la partie déterministe et le type de variables à utiliser.

Le choix de l'utilité est emprunté de la théorie microéconomique du choix du consommateur. Il est important de souligner que l'utilité pour décrire une alternative dans les modèles de choix discret est une fonction d'utilité indirecte conditionnelle. Celle-ci, à la différence de la fonction d'utilité directe, représente l'optimum de toutes les variables, et en conséquence, inclut les contraintes dans sa formulation. Dans ce cadre de la théorie des choix discrets, le travail pionnier est celui de Train et Mc Fadden (1978). Leur modèle est un modèle de choix de mode de transport pour motif travail. Il est emprunté de la théorie néoclassique d'arbitrage entre biens et loisir. Leur objectif est de déterminer une forme de la fonction d'utilité représentative de la carte d'indifférence de biens et de loisirs du consommateur. La valeur du temps de Train et McFadden (1978) est égale au salaire horaire. Elle est constante et unique pour tous les individus qui utilisent le même mode de transport pour aller à leurs travaux.

Jara-Diaz (1997) souligne que le modèle précédent présente deux limites : le travail et le déplacement sont supposés neutres dans la fonction d'utilité, et qu'il n'existe pas de relation technique entre la consommation et le loisir. De ce fait, Jara-Diaz (1997) prend en considération ces limites pour proposer un modèle plus général. L'expression de la valeur du temps obtenue indique que le taux de substitution entre coût et temps de déplacement, calculée par l'utilité modale (c'est à dire la fonction d'utilité conditionnelle indirecte), donne la différence entre la valeur de loisir (ou valeur du temps comme ressource) et la valeur du temps de trajet dans l'utilité directe (ou valeur du temps comme commodité). Comme conséquence, si l'individu aime travailler et déteste voyager, sa valeur du temps de transport est sans doute plus élevée que le salaire horaire.

La théorie de choix discret facilite le calcul de la valeur du temps de transport. Elle est égale au taux marginal de substitution entre coût et temps de transport obtenu directement après l'estimation de l'utilité modale. Dans cette section, nous présentons dans un premier temps le modèle du choix discret et plus précisément le modèle logit multinomial avec fonction d'utilité indirecte linéaire, et dans un second temps nous déterminons la valeur du temps par les modèles de choix discret avec fonction d'utilité indirecte non linéaire.

2.1 Présentation du modèle de choix discret

Les modèles de choix discrets se basent sur la théorie de l'utilité aléatoire. Le choix d'un mode se fait entre deux ou plusieurs alternatives $B \{1, \dots, i, \dots, m\}$. Dans une population de

taille N , chaque individu $n \{1, \dots, N\}$ est caractérisé par un vecteur d'attributs personnels et d'alternatifs observables S_{in} . Ainsi, l'utilité de l'individu n qui choisit l'alternative i est donnée par l'expression suivante :

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}, \text{ où } V_{in} = f(S_{in}). \quad (1)$$

U_{in} représente l'utilité de l'individu n de son choix i et ε_{in} le terme aléatoire. De Serpa (1971) a mis en évidence l'existence d'une relation rigoureuse entre les formes fonctionnelles de V_{in} et la théorie microéconomique. Nous proposons dans ce qui suit de présenter le modèle de De Serpa (1971). Ce dernier résout le programme du choix du consommateur suivant :

$$\begin{aligned} & \text{Max } U(x, q, t_1, t_2, \dots, t_n) \\ & \text{S/c } px + \sum_{i=1}^n d_i p_i = R \quad [\lambda] \\ & \quad q + \sum_{i=1}^n d_i t_i = T \quad [\mu] \\ & \quad t_i \geq \bar{t}_i \quad i = 1, \dots, n \quad [k_i] \end{aligned} \quad (2)$$

Avec,

x est un bien composite qui inclut toutes les consommations sauf le transport,

p est le prix de ce bien composite ;

R est le revenu total ;

q est le temps de consommation du bien x ;

T est le temps total ;

p_i est le coût de transport du mode de transport i

t_i est le temps de transport du mode de transport i ;

\bar{t}_i est le temps minimum exigé (le temps du trajet t_i doit être au moins égal à \bar{t}_i) ;

d_i est une variable indicatrice du choix modal ($d_i = 1$ si le mode i a été choisi et $d_i = 0$ sinon.) ;

λ est le multiplicateur de Lagrange de la contrainte budgétaire qui représente l'utilité marginale de revenu ;

μ est le multiplicateur de Lagrange de la contrainte du temps. C'est l'utilité marginale d'avoir une unité additionnelle du temps disponible.

k_i est le multiplicateur de Lagrange de la troisième contrainte qui indique que les individus sont contraints de passer plus de temps dans quelques activités qu'ils souhaiteraient. Ces k_i sont les utilités marginales de la diminution du temps exigé pour chaque mode i .

Le programme Lagrangien s'écrit alors de la manière suivante :

$$L = U(x, q, t_1, \dots, t_n) + \lambda(R - px - \sum_{i=1}^n d_i p_i) + \mu(T - q - \sum_{i=1}^n d_i t_i) + \sum_{i=1}^n d_i k_i (t_i - \bar{t}_i) \quad (3)$$

Les conditions du premier ordre associées à la résolution de ce programme sont comme suit :

$$\frac{dL}{dx} = \frac{dU}{dx} - \lambda p = 0 \Leftrightarrow \frac{dU}{dx} = \lambda p, \quad \lambda > 0; \quad (4)$$

$$\frac{dL}{dq} = \frac{dU}{dq} - \mu = 0 \Leftrightarrow \frac{dU}{dq} = \mu, \quad \mu > 0; \quad (5)$$

$$\frac{dL}{dt_i} = \frac{dU}{dt_i} - \mu d_i + d_i k_i = 0 \Leftrightarrow \frac{dU}{dt_i} = \mu d_i - d_i k_i; \quad k_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

A partir de ces conditions, Truong et Hensher (1985) a donné l'approximation de la forme analytique de la fonction d'utilité directe suivante :

$$U \approx c + \frac{dU}{dx} x + \frac{dU}{dq} q + \sum_{i=1}^n \frac{dU}{dt_i} t_i, \quad (7)$$

où c est une constante.

Par la suite, en utilisant (4), (5) et (6), les auteurs obtiennent la fonction d'utilité indirecte :

$$V_i = c + \lambda(R - \sum_{i=1}^n d_i p_i) + \mu T - \sum_{i=1}^n d_i k_i t_i \quad (8)$$

Si le consommateur choisit le mode de transport qui lui maximise son utilité ($d_i = 1$), la fonction d'utilité indirecte relative au mode i devient :

$$V_i = c + \lambda(R - p_i) + \mu T - k_i t_i \quad i = 1, \dots, n \quad (9)$$

Ainsi, Truong et Henscher (1985) supposent que λ , R , T et μ ne varient pas entre les alternatives. Par conséquent, l'expression (9) devient:

$$V_i = c - \lambda p_i - k_i t_i \quad i = 1, \dots, n \quad (10)$$

La valeur du temps est définie alors comme suit :

$$VTT = \frac{k_i}{\lambda} = \frac{\partial V_i / \partial t_i}{\partial V_i / \partial p_i}. \quad (11)$$

Cette valeur du temps, provenant d'une forme linéaire de la fonction d'utilité indirecte, est égale au taux marginal de substitution entre temps et coût de transport.

Lorsque la fonction d'utilité conditionnelle indirecte V_{in} de l'individu n qui choisit le mode i et la distribution de ε_{in} sont connues, le modèle de choix discret probabiliste peut être défini comme suit :

$$P_{in} = P(V_{in} + \varepsilon_{in} \geq V_{jn} + \varepsilon_{jn}) \quad \forall j \in B, i \neq j, \quad n = i, \dots, N \quad (12)$$

Où P_{in} représente la probabilité de choix de l'alternative i de l'individu n qui lui maximise son utilité, puisque l'utilité de choisir i est plus grande que celle de choisir j . Lorsque le terme aléatoire ε_{in} est distribué identiquement et indépendamment dans la population suivant une loi de Gumbel de paramètre (0,1), nous parlons du modèle logit multinomial. Ainsi, la probabilité pour qu'un individu n choisit l'alternative i est défini par l'expression suivante :

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_j \exp(V_{jn})} \quad (13)$$

La forme linéaire de la fonction d'utilité aboutit à une valeur du temps constante et unique. Ceci constitue une limite importante, car chaque individu accorde une valeur différente pour économiser le temps de déplacement pour motif travail. Cette valeur du temps dépend des caractéristiques de l'individu et des attributs d'offre de transport. Pour remédier à ce problème, il faut déterminer une forme non linéaire de la fonction d'utilité conditionnelle indirecte afin d'obtenir une valeur du temps variable et propre à chaque individu.

2.2 Détermination de la Valeur du temps par les modèles de choix discrets avec fonction d'utilité indirecte conditionnelle non linéaire

La valeur du temps est largement utilisée dans l'évaluation économique des investissements en transport. Bien qu'une valeur du temps constante soit souvent utilisée dans la planification du transport, la constance de la valeur du temps est issue de l'hypothèse d'une fonction

d'utilité indirecte de forme linéaire. Lorsque nous déterminons une fonction d'utilité non linéaire, nous pouvons avoir des valeurs du temps non constantes qui varient avec le revenu, le temps de transport et le coût de transport.

Dans ce cadre, De Lapparent, De Palma et Fontan (2002) proposent un modèle de choix discret pour les déplacements réguliers domicile-travail dans lequel le voyageur peut modifier les niveaux effectifs des propriétés des contrats de transports procurées par différents modes de transport². Par conséquent, différents prix et valeurs des temps sont définis qui dépendent du motif de déplacement, du mode de transport, du prix et du temps de chacun des contrats offerts et du revenu de voyageur. Ils utilisent une spécification Box-Cox Logit pour l'évaluation d'un modèle binomial calibré. La transformation de Box-Cox est un outil utile pour tester des effets de quelques déterminants décisionnels entrant dans la fonction d'utilité. La prise en compte de cette transformation fait apparaître un effet de revenu améliorant la signification de son paramètre dans le processus décisionnel du voyageur. Ce résultat est conforme à celui de De Palma et Kilani (1999), Mc Fadden (2000) et De Palma et Fontan (2001) : la propension à payer pour diminuer le temps de voyage augmente avec les ressources budgétaires.

De Lapparent (2003) développe des modèles de choix discrets à lois mixtes dans le cadre de déplacements domicile-travail, tels que, Logit à lois mixtes et Probit à lois mixtes³. Ces modèles présentent un avantage certain: pour le modèle Logit, ils garantissent l'existence de corrélations inobservables entre les alternatives qui découlent de l'hétérogénéité des goûts et des effets de substitution entre les attributs observables; pour le modèle Probit, ils permettent de dissocier la matrice de variance-covariance et de déterminer la corrélation inobservable entre les deux alternatives. Celle-ci est aussi définie comme étant une fonction de l'hétérogénéité des goûts et des effets de substitution entre les variables observables. Les valeurs du temps qui en découlent sont spécifiques à chaque individu et elles varient en fonction de leurs revenus, de leurs préférences et de leurs perceptions des attributs des modes de transport. De Lapparent (2003) déduit que la présence d'un effet de revenu fait accroître la valeur du temps.

Axhausen et al. (2004) estiment le modèle logit multinomial mixte où les paramètres à estimer sont aléatoires. Autrement dit, ce modèle introduit une hétérogénéité des goûts des individus. Ils examinent la variation de la valeur du temps en fonction de revenu et de la distance parcourue en utilisant des données sur la Suisse issues d'une enquête de préférences déclarées. Leur analyse porte sur les interactions continues entre les coefficients de l'utilité marginale, de revenu et de la distance de voyage. Ils montrent que la valeur du temps augmente avec la distance parcourue. En conséquence, la valeur du temps obtenue diffère significativement de celle estimée par le modèle logit multinomial standard.

Fosgerau (2006) utilise une technique non paramétrique pour estimer la valeur du temps de transport sur des données de choix binaire où il utilise la régression non paramétrique. La forme d'analyse de la régression ne prend pas de forme prédéterminée, mais elle est construite selon les informations provenant des données, car ce sont les données qui fournissent la structure du modèle ainsi que les estimations du modèle. Cette régression non paramétrique nécessite des tailles d'échantillons plus importantes que celles de la régression basée sur des modèles paramétriques. Fosgerau (2006) constate que la formulation classique du modèle logit binaire en termes d'utilité marginales constantes de temps et de coûts de transport est mal spécifiée pour des données actuelles. Pour cela, il propose une formulation

²Un contrat de transport de personnes est accord entre un transporteur et un voyageur. Le transporteur assure le déplacement d'un voyageur contre un prix.

³Ces modèles recourent à la simulation en utilisant la méthode de Monte-Carlo pour l'estimation des coefficients par la méthode du maximum de vraisemblance simulé.

simple où la propension à payer est la seule source d'incohérence. Les résultats montrent que la valeur du temps varie systématiquement avec le revenu, les caractéristiques individuelles et la différence de temps présentée dans son étude de préférences déclarées qui est en contradiction avec la théorie de l'utilité standard.

Dans la suite, nous présentons les différentes approximations pour déterminer la fonction d'utilité indirecte non linéaire en particulier celle de Blayac et Causse (2001).

2.2.1 Approximation de la fonction d'utilité indirecte non linéaire

Truong et Hensher (1985) reprend le modèle de De Serpa (1971) présenté précédemment, et proposent une approximation de la fonction d'utilité indirecte pour obtenir une valeur du temps en fonction du temps (t_i) et du coût de déplacement (p_i) du mode i . Ces derniers sont des variables de la fonction d'utilité indirecte $V_i = c - \lambda p_i - k_i t_i$. Les multiplicateurs de Lagrange sont en fonction de (t_i) et (p_i), spécialement les k_i de la fonction d'utilité conditionnelle indirecte, soit $k_i = k(t_i, p_i)$. Ils ont fait une approximation de Taylor au premier ordre au voisinage du point moyen (\bar{p}, \bar{t}). Par conséquent, k_i est égale à :

$$k_i = \bar{k} + \frac{\partial k_i}{\partial t_i} (t_i - \bar{t}) + \frac{\partial k_i}{\partial p_i} (p_i - \bar{p}) \quad (14)$$

Les auteurs remplacent par la suite, k_i dans l'expression de la fonction d'utilité indirecte :

$$V_i = c - \lambda p_i - t_i \left(\bar{k} + \frac{\partial k_i}{\partial t_i} (t_i - \bar{t}) + \frac{\partial k_i}{\partial p_i} (p_i - \bar{p}) \right) \quad (15)$$

ou encore :

$$V_i = c - \lambda p_i - \bar{k} t_i - \alpha t_i^2 - \beta p_i t_i + \gamma t_i \quad (16)$$

$$\text{Où, } \alpha = \frac{\partial k_i}{\partial t_i}, \beta = \frac{\partial k_i}{\partial p_i} \text{ et } \gamma = \alpha \bar{t} + \beta \bar{p} \quad (17)$$

La valeur du temps est égale alors à :

$$VTT_i = \frac{\partial V_i / \partial t_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{-\bar{k} + \beta p_i + 2\alpha t_i + \gamma}{-\lambda + \beta t_i} \quad (18)$$

Cette valeur du temps n'est pas unique pour tous les individus, elle varie avec la variation du coût de déplacement et du temps de déplacement ; et chaque individu est prêt à payer une valeur différente pour économiser du temps du trajet.

Causse (1999) reprend la même méthode présentée par Truong et Hensher (1985) et elle introduit la variable revenu. Elle obtient alors une valeur du temps variable en fonction du coût de déplacement, du temps de transport et du revenu de l'individu. Elle fait une approximation de Taylor au premier ordre au voisinage du point moyen ($\bar{p}, \bar{t}, \bar{R}$). Cette démarche conduit à l'expression de la valeur du temps suivante :

$$VTT_i = \frac{\partial V_i / \partial t_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{\tilde{\delta} - \xi t_i - \gamma p_i + \gamma R}{-\tilde{\alpha} + \beta p_i - \gamma t_i - \beta R} \quad (19)$$

Avec $\tilde{\alpha} = \alpha - \beta \bar{R} + \beta \bar{p}_i - \gamma \bar{t}_i$

$$\beta = \left. \frac{\partial \lambda}{\partial R} \right|_{R=\bar{R}} = - \left. \frac{\partial \lambda}{\partial p_i} \right|_{p_i=\bar{p}_i}$$

$$\gamma = \left. \frac{\partial \lambda}{\partial \bar{t}_i} \right|_{\bar{t}_i=\bar{t}_i} = - \left. \frac{\partial k_i}{\partial R} \right|_{R=\bar{R}} = \left. \frac{\partial k_i}{\partial p_i} \right|_{p_i=\bar{p}_i} = \left. \frac{\partial^2 V}{\partial R \partial \bar{t}_i} \right|_{R=\bar{R}, p_i=\bar{p}_i}$$

$$\tilde{\delta} = -\delta - \gamma \bar{R} + \gamma \bar{p}_i + \xi \bar{t}_i$$

$$\xi = \left. \frac{\partial k_i}{\partial \bar{t}_i} \right|_{\bar{t}_i=\bar{t}_i} = \left. \frac{\partial^2 V}{\partial \bar{t}_i^2} \right|_{\bar{t}_i=\bar{t}_i}$$

Hammadou (2002) propose une expression plus simple tout en conservant les conclusions du modèle de Causse. Il a croisé le coût de déplacement et le revenu pour qu'il puisse l'utiliser lorsqu'il s'agit de dériver la fonction d'utilité indirecte. Puisqu'il dispose d'une variable de revenu par tranche, il introduit cette variable de revenu dans la fonction d'utilité indirecte comme suit :

$$V_i = cste - \alpha_i p_i - \sum_{k=1}^K \varphi_{i,k} R_k t_i + \xi t_i^2 \quad (20)$$

avec $\varphi_{i,k}$ est le coefficient à estimer associé à la tranche de revenu.

Si l'individu appartient à la tranche de revenu k , $R_k = 1$, sinon $R_k = 0$.

Cette fonction d'utilité aboutit à une expression de la valeur du temps comme suit :

$$VTT_i = \frac{\partial V_i / \partial t_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{-\sum_{k=1}^K \varphi_{i,k} R_k + 2\xi t_i}{-\alpha_i} \quad (21)$$

Cependant, si l'individu appartient à la tranche de revenu k et effectue un déplacement par le mode i , la valeur du temps devienne alors:

$$VTT_{i,k} = \frac{\partial V_i / \partial t_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{-\varphi_{i,k} + 2\xi t_i}{-\alpha_i} \quad (22)$$

Cette expression de la valeur du temps dépend par conséquent du temps du déplacement et de revenu.

2.2.2 Le modèle de Blayac et Causse (2001)

Blayac et Causse (2001) proposent une dérivation analytique de la forme de la fonction d'utilité V_i en construisant une fonction d'utilité indirecte non linéaire où les expressions de la valeur du temps de transport sont fonction du temps de déplacement, du revenu et du coût de déplacement. Nous proposons dans ce qui suit de présenter le modèle de Blayac et Causse (2001).

Soit $V(R, T, p, p_1, \dots, p_n, \bar{t}_1, \dots, \bar{t}_n)$ la fonction d'utilité indirecte et le vecteur des variables exogènes sont désignés par $a = (R, T, p, p_1, \dots, p_n, \bar{t}_1, \dots, \bar{t}_n)$. Par conséquent, $V(a)$ est la solution du problème suivant :

$$\begin{aligned} V(a) = \text{Max}_{x,q,t_i} U(x, q, t_1, \dots, t_n) \\ \left. \begin{array}{l} \text{s. c. } C_1(x, q, t_1, \dots, t_n, a) \quad [\lambda(a)] \\ C_2(x, q, t_1, \dots, t_n, a) \quad [\mu(a)] \\ C_3(x, q, t_1, \dots, t_n, a) \quad i=1, \dots, n \quad [k_i(a)] \end{array} \right\} \quad (23) \end{aligned}$$

C_1 représente la contrainte budgétaire ; C_2 représente la contrainte de temps et C_3 représente la contrainte du temps minimum exigé lié au mode i .

Alors, le programme Lagrangien s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{aligned} L = U(x, q, t_1, \dots, t_n) + \lambda(a) C_1(x, q, t_1, \dots, t_n, a) + \mu(a) C_2(x, q, t_1, \dots, t_n, a) \\ + \sum_{i=1}^n d_i k_i(a) C_3(x, q, t_1, \dots, t_n, a) \quad (24) \end{aligned}$$

Pour résoudre ce problème de maximisation, les auteurs emploient le théorème d'enveloppe et ils obtiennent :

$$\frac{\partial V(a)}{\partial R} = \lambda \quad (25)$$

$$\frac{\partial V(a)}{\partial T} = \mu(a), \quad (26)$$

$$\frac{\partial V(a)}{\partial p} = -\lambda(a) x(a) \quad (27)$$

$$\frac{\partial V(a)}{\partial p_i} = -d_i \lambda(a) \quad (28)$$

$$\frac{\partial V(a)}{\partial \bar{t}_i} = -d_i k_i(a) \quad (29)$$

En utilisant les expressions (25)-(29), les différentiels totaux de V et V_i sont définis comme suit⁴ :

$$dV = \frac{\partial V(a)}{\partial R} dR + \frac{\partial V(a)}{\partial T} dT + \frac{\partial V(a)}{\partial p} dp + \sum_{i=1}^n d_i \frac{\partial V(a)}{\partial p_i} dp_i + \sum_{i=1}^n d_i \frac{\partial V(a)}{\partial \bar{t}_i} d\bar{t}_i, \quad (30)$$

$$dV_i = \frac{\partial V(a)}{\partial (R-p_i)} + \frac{\partial V(a)}{\partial T} dT + \frac{\partial V(a)}{\partial p} dp + \frac{\partial V(a)}{\partial \bar{t}_i} d\bar{t}_i. \quad (31)$$

Supposons que $p = \bar{p}$, l'équation (31) s'écrit alors :

$$dV_i = \frac{\partial V(a)}{\partial (R-p_i)} d(R - P_i) + \frac{\partial V(a)}{\partial T} dT + \frac{\partial V(a)}{\partial \bar{t}_i} d\bar{t}_i. \quad (32)$$

Dans le cas des utilités marginales non constantes, Blayac et Causse (2001) proposent une approximation de Taylor au premier ordre au voisinage du point moyen ($\bar{R}, \bar{p}_i, \bar{t}_i$) pour chacune des alternatives i :

$$\begin{aligned} \frac{\partial V(a)}{\partial (R - p_i)} &= \lambda(a) \\ &\approx \alpha + \frac{\partial \lambda}{\partial (R-p_i)} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}} \cdot (R - p_i - (\bar{R} - \bar{p}_i)) + \frac{\partial \lambda}{\partial \bar{t}_i} \Big|_{\bar{t}_i=\bar{t}_i} \cdot (\bar{t}_i - \bar{t}_i) + \frac{\partial \lambda}{\partial T} \Big|_{T=\bar{T}} \cdot (T - \bar{T}) \\ &\approx \tilde{\alpha} + \beta(\bar{R} - \bar{p}_i) - \gamma \bar{t}_i - \delta \bar{T} \end{aligned}$$

$$\text{Avec } \tilde{\alpha} = \alpha - \beta(\bar{R} - \bar{p}_i) - \gamma \bar{t}_i - \delta \bar{T}; \quad (33)$$

$$\beta = \frac{\partial \lambda}{\partial (R-p_i)} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}} = \frac{\partial^2 V}{\partial (R-p_i)^2} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}}; \quad (34)$$

$$\gamma = \frac{\partial \lambda}{\partial \bar{t}_i} \Big|_{\bar{t}_i=\bar{t}_i} = - \frac{\partial K_i}{\partial (R-p_i)} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}} = \frac{\partial^2 V}{\partial (R-p_i) \partial \bar{t}_i} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i \\ \bar{t}_i=\bar{t}_i}}; \quad (35)$$

$$\delta = \frac{\partial \lambda}{\partial T} \Big|_{T=\bar{T}} = \frac{\partial \mu}{\partial (R-p_i)} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}} = \frac{\partial^2 V}{\partial (R-p_i) \partial T} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i \\ \bar{t}_i=\bar{t}_i}}; \quad (36)$$

$$\frac{\partial V(a)}{\partial \bar{t}_i} = -K_i(a)$$

$$\approx - \left(\varepsilon + \frac{\partial K_i}{\partial (R - p_i)} \Big|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}} (R - p_i - (\bar{R} - \bar{p}_i)) + \frac{\partial K_i}{\partial \bar{t}_i} \Big|_{\bar{t}_i=\bar{t}_i} (\bar{t}_i - \bar{t}_i) + \frac{\partial K_i}{\partial T} \Big|_{T=\bar{T}} (T - \bar{T}) \right)$$

$$\approx (\tilde{\varepsilon} + \gamma(R - p_i) - \xi \bar{t}_i - \eta T),$$

⁴ V est la fonction d'utilité conditionnelle indirecte de l'ensemble des modes de transport et V_i représente la fonction d'utilité conditionnelle indirecte relative au choix du mode i . V constitue alors le maximum des V_i .

$$\text{Avec, } \tilde{\varepsilon} = -\varepsilon + \gamma(R - p_i) - \xi \bar{t}_i - \eta \bar{T}; \quad (37)$$

$$\xi = \left. \frac{\partial K_i}{\partial \bar{t}_i} \right|_{\bar{t}_i = \bar{t}_i} = - \left. \frac{\partial^2 V}{\partial \bar{t}_i^2} \right|_{\bar{t}_i = \bar{t}_i}; \quad (38)$$

$$\eta = \left. \frac{dK_i}{dT} \right|_{T=\bar{T}} = - \left. \frac{d\mu}{d\bar{t}_i} \right|_{\bar{t}_i = \bar{t}_i} = - \left. \frac{\partial^2 V}{\partial \bar{t}_i \partial T} \right|_{T=\bar{T}} \quad (39)$$

$$\frac{\partial V}{\partial T} = \mu(a)$$

$$\approx \theta + \left(+ \left. \frac{\partial \mu}{\partial (R - p_i)} \right|_{\substack{R=\bar{R} \\ p_i=\bar{p}_i}} (R - p_i - (\bar{R} - \bar{p}_i)) + \left. \frac{\partial \mu}{\partial \bar{t}_i} \right|_{\bar{t}_i = \bar{t}_i} (\bar{t}_i - \bar{t}_i) + \left. \frac{\partial \mu}{\partial T} \right|_{T=\bar{T}} (T - \bar{T}) \right)$$

$$\approx \tilde{\theta} + \delta(R - p_i) - \eta \bar{t}_i + kT$$

$$\text{Avec, } \tilde{\theta} = \theta - \delta(R - p_i) + \eta \bar{t}_i - k\bar{T}; \quad (40)$$

$$k = \left. \frac{\partial \mu}{\partial T} \right|_{T=\bar{T}} = \left. \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right|_{T=\bar{T}}. \quad (41)$$

La spécification des dérivées partielles rapporte une nouvelle forme de V_i . L'égalité de Schwarz permet de trouver l'expression de l'utilité représentative :

$$V_i \approx c + \tilde{\alpha}(R - p_i) + \frac{1}{2}\beta(R - p_i)^2 + \tilde{\varepsilon}\bar{t}_i - \frac{1}{2} + \xi\bar{t}_i^2 + \tilde{\theta}T + \frac{1}{2}kT^2 + \gamma(R - p_i)\bar{t}_i + \delta T(R - p_i) - \eta T\bar{t}_i. \quad (42)$$

En utilisant les termes indépendants au mode $(R, \bar{R}, T \text{ et } \bar{T})$, l'expression (42) de la fonction d'utilité indirecte non linéaire V_i est réduite à :

$$V_i \approx c - \tilde{\alpha}p_i - \frac{1}{2}\beta p_i^2 + \tilde{\varepsilon}\bar{t}_i - \frac{1}{2}\xi\bar{t}_i^2 - \gamma(R - p_i)\bar{t}_i - \beta R p_i - \delta T p_i - \eta T\bar{t}_i \quad (43)$$

Cette forme préserve les bases théoriques du programme d'allocation et va devant la critique adressée au modèle de la fonction d'utilité indirecte qui respecte l'hypothèse des utilités marginales constantes et de la constance et l'unicité des VTT. Maintenant, à partir de cette expression (43) de V_i , Blayac et Causse (2001) déterminent les VTT qui dépendent du revenu, du temps de déplacement et du coût de déplacement :

$$VTT = \frac{\partial V_i / \partial \bar{t}_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{\tilde{\varepsilon} - \xi \bar{t}_i + \gamma(R - p_i) - \eta T}{-\tilde{\alpha} - \beta(R - p_i) - \gamma \bar{t}_i - \delta T} \quad (44)$$

Cette expression de la valeur du temps de transport est en fonction de revenu, de temps et de coût de déplacement.

3. Estimation de la valeur du temps de transport pour les déplacements réguliers : le cas du centre ville de Sousse

Ce paragraphe est consacré à l'estimation de la valeur du temps de transport pour les individus qui accèdent au centre ville de Sousse pour motif travail. Nous utilisons deux méthodes : *logit multinomial avec utilité linéaire* et *logit multinomial avec utilité non linéaire*. L'estimation du premier modèle est nécessaire pour monter les limites de la fonction d'utilité indirecte linéaire et de comparer les valeurs du temps du cas linéaire avec celles du cas non linéaire. Nous estimons ces valeurs du temps sur des sous-échantillons constitués à partir de revenu, de temps de déplacement, de tranche d'âge et de sexe. Nous discutons ensuite les estimations obtenues et leurs variations par rapport à la durée de déplacement, au coût et par rapport au revenu du voyageur.

3.1 Données et méthodologie de recherche

Notre base de données est issue d'une enquête de préférence révélées⁵. Elle est constituée des actifs qui travaillent au centre ville de Sousse-Tunisie. Nous ne considérons que les actifs réguliers sans changement de statut de salarié au cours de la période d'enquête. L'enquête a été effectuée auprès de 300 individus âgés entre 15 et plus de 60 ans. Les déplacements domicile-travail ont tous lieu entre 07H00 et 9H00 du matin, considérée comme période d'heures de pointe. Et tous les travailleurs déclarent pouvoir utiliser l'un des modes de transport : soit les transports individuels (voiture, voiture de société, voiture de ménage, moto et marche à pieds), soit les transports en commun (bus ou taxi collectif).

La technique d'échantillonnage que nous choisissons est la méthode de tirage aléatoire. Cette technique représente de nombreuses caractéristiques en particulier la projection des résultats sur la population étudiée. Notre enquête nous a permis de collecter :

- des *renseignements socioéconomiques* telles que l'âge, le sexe, la catégorie socioprofessionnelle, la possession d'un permis de conduire, le revenu, le lieu d'habitation,
- des *renseignements sur son déplacement* comme les modes utilisés, le temps du trajet, le coût du déplacement⁶, l'heure de départ et d'arrivée à son lieu de travail, etc.
- des *renseignements sur son ménage* telles que le nombre d'actifs, le nombre d'enfant dans le ménage, le nombre de voitures disponibles, le revenu du ménage, etc.

Le Tableau 1 présente les différentes variables issues de notre base de données et qui sont utilisées dans nos estimations.

En utilisant le logiciel Stata 10.1, nous testons toutes les variables indépendantes recueillies pour voir s'il existe une relation statistiquement significative ($p < 0.05$) entre ces variables et la variable dépendante (mode de transport choisi). Sachant que ces variables sont nominales⁷ (catégoriques), nous utilisons le test de *chi2*⁸. En fait, certaines de ces variables ne sont pas significatives. Le Tableau 2 présente d'une part les principales caractéristiques de l'échantillon utilisé et d'autre part, la statistique de *chi2* ainsi que sa valeur p associée.

Nous suivons la théorie des choix discret pour calculer les VTT pour chaque mode de transport en estimant le modèle logit multinomial. Dans ce modèle, l'utilité du consommateur est une fonction linéaire des caractéristiques du consommateur et des attributs de l'alternative et d'un terme d'erreur. La forme linéaire de la fonction d'utilité aboutit à une VTT constante et unique. Cette forme linéaire de l'utilité implique un problème économique sérieux, car chaque individu accorde au temps une valeur différente. Celle-ci diffère d'une part selon les caractéristiques socioéconomiques de l'individu et d'autre part, selon les attributs d'offre de transport comme le coût et le temps de déplacement. La solution la plus adéquate est alors de déterminer une forme non linéaire de la fonction d'utilité indirecte afin d'obtenir une VTT, variable propre à chaque individu. D'où l'utilisation du logit multinomial avec utilité non linéaire.

⁵ Voir annexe 1: Enquête de préférences révélées : Comportements des déplacements domicile-travail.

⁶ Pour les utilisateurs des modes de transport collectifs, le coût de transport correspond au coût d'un seul trajet et il est extrait de la grille tarifaire de l'opérateur utilisé. Pour les automobilistes, le coût de transport est déterminé par une estimation de l'individu interrogé de son coût de déplacement. Il calcule tout d'abord, le coût mensuel d'usage de la voiture qui englobe les coûts d'entretien, d'assurances, la consommation de carburant et du stationnement payant. Par la suite, il divise ce coût total par le nombre de jour du travail pour déterminer le coût journalier. Enfin, ce montant est divisé par le nombre de déplacement effectué par jour pour déterminer le coût d'un seul trajet du domicile au lieu du travail.

⁷ Une variable nominale est une variable de nature qualitative dont les modalités ne sont pas hiérarchisées, c'est-à-dire lorsque nous désignons les différentes modalités d'une variable nominale par des codes numériques. Dans notre cas, la variable dépendante (mode de transport) comporte 7 modalités (7 modes de transport) et les variables explicatives sont des variables catégoriques.

⁸ Nous choisissons le test de Chi2 car nous avons deux variables nominales.

Dans un premier temps, nous estimons alors le modèle logit multinomial⁹ dont la fonction d'utilité indirecte linéaire est $V_i = c - \lambda p_i - k_i \bar{t}_i$ et où la valeur du temps est égale à $\frac{k_i}{\lambda}$. Cette dernière est constante et unique. Dans un second temps, nous estimons le même modèle avec une fonction d'utilité indirecte non linéaire¹⁰, issue du modèle de Blayac et Causse (2001), égale à $V_i \approx c - \tilde{\alpha} p_i - \frac{1}{2} \beta p_i^2 + \tilde{\varepsilon} \bar{t}_i - \frac{1}{2} \xi \bar{t}_i^2 - \gamma (R - p_i) \bar{t}_i - \beta R p_i - \delta T p_i - \eta T \bar{t}_i$, afin d'estimer une valeur du temps variable, qui est égale à $\frac{\tilde{\varepsilon} - \xi \bar{t}_i + \gamma (R - p_i) - \eta T}{-\tilde{\alpha} - \beta (R - p_i) - \gamma \bar{t}_i - \delta T}$. Celle-ci de Blayac et Causse (2001) varie avec le revenu de l'individu, le temps et le coût de déplacement. Les estimations ont été réalisées par le logiciel Stata 10.1

3.2 Interprétation des résultats

Nous déterminons, tout d'abord, les deux types de valeurs du temps (constante et variable) pour chaque mode de transport sur l'échantillon complet. Nous remarquons que les valeurs du temps estimées par le modèle non linéaire sont plus élevées que celles estimées par le modèle linéaire. Les principaux résultats figurent dans le Tableau 1 suivant :

Pour déterminer les valeurs du temps issues du modèle logit multinomial avec une forme non linéaire de la fonction d'utilité indirecte, nous calculons les moyennes des valeurs du temps pour chaque mode de transport puisque chaque individu a sa propre valeur du temps. Le Graphique (1) montre que la moyenne de la valeur du temps est variable et n'est pas unique et elle est distribuée dans la population. Par contre, dans le modèle avec forme linéaire de l'utilité, tous les individus qui utilisent le même mode de transport accordent une même valeur; nous parlons ici de d'une valeur du temps constante et unique.

Le Tableau 1 montre que le modèle logit multinomial avec utilité non linéaire fournit des valeurs du temps plus élevées que celles fournies par le modèle avec utilité linéaire. Dans les deux modèles, La valeur du temps accordée par les automobilistes est plus élevée que celle accordée par les utilisateurs des transports en commun. Les individus qui utilisent une voiture de société accordent une valeur très proche de ceux qui disposent d'une voiture particulière. Les utilisateurs de bus et de taxi sont prêts à payer une valeur de temps presque identique pour gagner une unité de temps.

Ces valeurs du temps de transport qui figurent dans le tableau 1, sont calculées sur l'échantillon complet. Nous calculons par la suite, les valeurs du temps par tranche de revenu, par tranche d'âge, par sexe et en fonction du temps de transport.

3.2.1 Evolution de la valeur du temps en fonction de revenu

Dans ce paragraphe, nous calculons les valeurs du temps sur des sous échantillons constitués à partir de revenu (voir Tableau 2). Nous montrons que la valeur du temps croît avec le niveau de revenu. Plus le revenu est élevé, plus la propension à payer pour économiser du temps de transport est grande¹¹. Par conséquent, un accroissement du revenu engendre une augmentation de la valeur du temps. Nous constatons, comme dans le paragraphe précédent, que les valeurs du temps fournies par le modèle non linéaire sont plus élevées que celles fournies par le modèle linéaire (voir Graphique 2). Les automobilistes qui ont un revenu entre 300 et 500 DNT sont prêts à payer 4.900 d/h pour économiser du temps de transport tout en gardant la même utilité. Pour ceux qui ont un revenu entre 500 et 750 DNT, accordent une valeur de 6.800 d/h. Lorsque le revenu est entre 750 et 1100 DNT, la valeur du temps est égale à 7.890 d/h et pour un revenu supérieur à 1100 DNT, la valeur accordée par les automobilistes est de 9.255 d/h. Les individus ayant des revenus élevés sont prêts à payer

⁹ Voir annexe 2 : Tableau d'estimation du modèle Logit Multinomial avec fonction d'utilité linéaire.

¹⁰ Voir annexe 3 : Tableau d'estimation du modèle Logit Multinomial avec fonction d'utilité non linéaire.

¹¹ Nous obtenons le même résultat obtenu par De Palma et Kilani (1999), MC Fadden (2000) et De Palma et Fontan (2001).

plus cher pour économiser du temps de déplacement. Même interprétation pour les autres modes de transport (voir Graphique 3 consacré aux VTT fournies par le modèle non linéaire).

Une remarque concernant le Graphique 3 est que nous ne pouvons pas faire des graphiques pour la valeur du temps fournie par le modèle linéaire car, nous n'observons pas une variabilité des VTT dans le même mode. La valeur du temps est unique et constante.

De même, nous montrons que la valeur du temps pour chaque mode de transport est une fonction croissante de revenu. Ce qui explique que quelque soit le mode de transport utilisé, le travailleur accorde une valeur plus élevée suite à une augmentation de son revenu afin d'économiser le temps de déplacement.

Nous calculons, dans la section suivante, les valeurs du temps en fonction du temps de trajet.

3.2.2 Evolution de la valeur du temps en fonction du temps de déplacement

Le Tableau 3 ci-dessous présente les valeurs du temps calculées sur des sous échantillons constitués à partir de temps de déplacement. Deux résultats contraires ont été obtenus dans la littérature : les valeurs du temps augmentent avec la durée du trajet, ou au contraire, elles diminuent. En effet, les estimations de la valeur du temps montrent généralement que les valeurs du temps augmentent avec la durée de trajets courts (rapport Boiteux, 2001). Par contre, Hammadou, (2002) montre que pour le cas de déplacements longs, les valeurs du temps diminuent avec le temps du trajet.

Le Tableau 3 et la Graphique 4 montrent que pour les trajets courts, la valeur du temps augmente avec la durée du déplacement. Autrement dit, lorsque le temps de trajet augmente, l'individu est prêt à payer un montant plus grand pour arriver à son travail à l'heure. Ce résultat est similaire au résultat obtenu par le rapport Boiteux (2001).

Nous présentons également les valeurs du temps en fonction du temps de déplacement pour chaque mode de transport (voir Graphique 4) et nous montrons que pour tous les modes de transport, les valeurs du temps augmentent avec la durée du trajet court.

Dans la section suivante, nous estimons la valeur du temps par sexe de l'individu. Le fait que l'individu soit une femme ou un homme, la valeur accordée au temps de transport diffère.

3.2.3 Distribution de la Valeur du temps par sexe

Le Tableau 4 et la Graphique 5 ci-dessous présentent les valeurs du temps par sexe de l'individu. Pour la plupart des modes, la valeur du temps des femmes est plus élevée que celle accordée par les hommes. En fait, l'accès des femmes à la scolarisation et au monde de travail provoque une redéfinition de son rôle au sein du ménage et de la société. Il lui permet d'acquérir une autonomie plus grande et d'élargir ses relations sociales en dehors du cercle familial. En outre, le développement du travail féminin est notamment de nature à influencer le choix modal des femmes et par conséquent un développement considérable des pratiques d'accompagnement de leurs enfants et d'autres qu'elle en est en charge. Ceci explique aussi que le souci de ponctualité est plus présent chez les femmes. Les automobilistes femmes sont prêtes à payer 7.950 d/h, par contre les automobilistes hommes accordent une valeur de 7.475 d/h.

Le Graphique 5 montre bien que les femmes ont un pouvoir d'achat plus élevés que les hommes. Enfin, après avoir estimé la valeur du temps par sexe du travailleur, nous cherchons comment cette valeur pour économiser le temps de transport diffère selon l'âge du travailleur.

3.2.4 Distribution de la Valeur du temps par tranche d'âge

Les résultats figurent dans le Tableau 5. L'âge de l'individu a un effet sur la valorisation du temps. D'après ce tableau et le Graphique 6, les travailleurs de 25 à 60 ans ont une valeur du

temps supérieure que celle des travailleurs de moins de 25 ans et de plus de 60 ans. A cet âge (entre 25ans et 60 ans), les travailleurs sont beaucoup plus responsables dans leurs activités professionnelles et essaient toujours à éviter les pertes du temps.

Ce graphique ci-dessus montre que les travailleurs âgés entre 25 et 60 ans ont un pouvoir d'achat de temps plus élevé que les travailleurs de moins de 25 ans et de plus de 60 ans.

4. Conclusion

La valorisation du temps de transport constitue une politique efficace de tarification pour améliorer les conditions de circulation dans le centre-ville de Sousse. Pour cela, les usagers de la route doivent contribuer à l'entretien et l'exploitation de ces réseaux. L'évaluation de la valeur du temps de transport est un objectif souhaité par les institutions publiques afin de satisfaire ces usagers.

Cet article a permis ainsi de fournir les estimations de la valeur du temps utilisant deux méthodes. Le modèle logit multinomial avec une fonction d'utilité indirecte linéaire accorde une VTT constante. Alors que l'utilisation d'une fonction d'utilité indirecte non linéaire permette d'obtenir des VTT non constantes et non uniques en fonction du temps du déplacement, du coût et de revenu de l'individu. Ces valeurs du temps varient entre les individus. Nous soulignons qu'elles sont plus élevées que celles fournies par le modèle avec utilité linéaire. Les principaux résultats montrent que les valeurs du temps accordées par les automobilistes sont toujours plus élevées (7.640 D/h) que celles accordées par les utilisateurs des transports en commun (2 D/h). Le modèle de Causse (1999) fournit également une valeur du temps plus élevée en automobile privé (141 F/h). Quant au rapport Boiteux (2001), il fournit des valeurs du temps comprises entre 41 et 82 F/h. Nous montrons que les valeurs du temps obtenues augmentent avec le niveau de revenu et avec le temps du trajet court. Le sexe et la tranche d'âge de l'individu influencent aussi la valorisation du temps du transport. Pour la plupart des modes, les femmes accordent une valeur plus élevée que celle accordée par les hommes. Et les individus de 25 à 60 ans sont prêts à payer un montant plus élevé que ceux qui ont moins que 25 ans et plus que 60 ans.

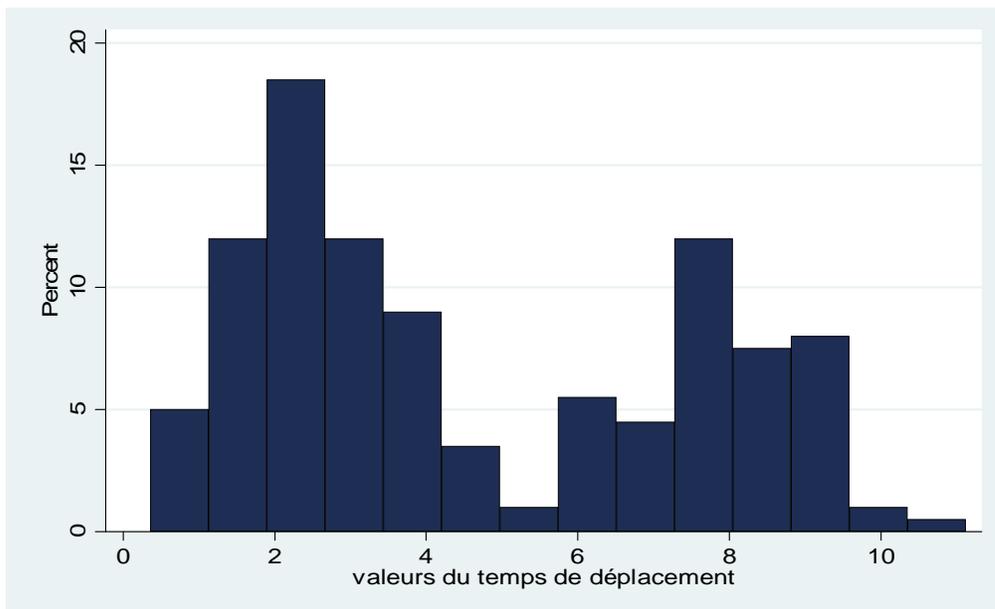
Tous ces résultats sont nécessaires pour l'autorité publique de la ville de Sousse pour pouvoir définir quelques politiques permettant d'améliorer les conditions de circulation et réduire par conséquent la congestion au centre-ville. La politique la plus envisagée est l'instauration d'un péage de congestion appelé aussi péage urbain aux alentours du centre-ville de Sousse afin d'inciter les automobilistes à utiliser le transport en commun. Cette politique ne peut être efficace que par l'amélioration des transports en commun afin d'interdire l'accès au centre ville des voitures particulières. Une autre politique peut être efficace est la tarification par le stationnement. Dès lors, Ces mécanismes tarifaires permettent de modifier les comportements des automobilistes et concourent à améliorer l'image des transports en commun.

References

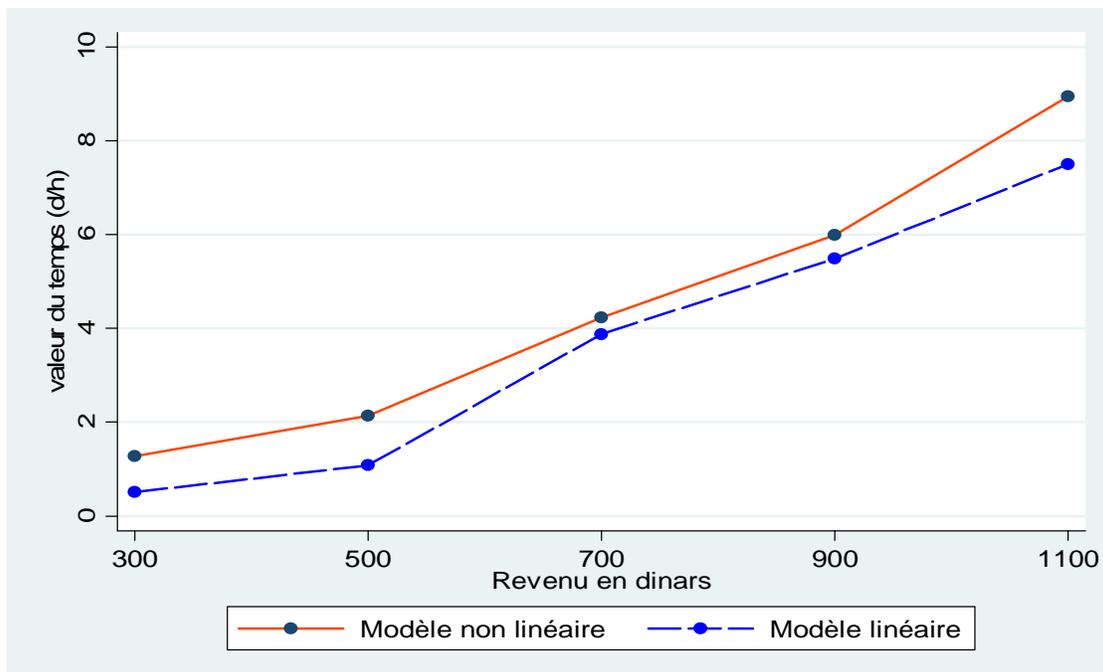
- Axhausen, K, König, A, Abay, G, Bates, J, Bierlaire, M. 2004. Swiss Value of Travel Time Savings. The European Transport Conference.
- Becker. G.S. 1965. A theory of the allocation of time, *The Economic Journal*, 75, pp 493-517.
- Blayac. T et Causse. A. 2001. Value of travel time: a theoretical legitimization of some non-linear representative utility in discrete choice models, *Transportation Research. Part B*, 35, pp 392-401.
- Boiteux. M. 2001. Transports: choix des investissements et coûts des nuisances, Rapport: Commissariat Général du Plan
- Causse. A. 1999. La valeur du temps de transport : de l'usage des théories micro-économiques de l'affectation du temps dans les modèles désagrégés aléatoires de transport. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 1.
- De Lapparent. M. 2004. De la valeur du temps à la valeur du risque de perte en temps dans les transports : le cas des déplacements domicile-travail. Thèse de doctorat, Université de Monreal
- De Lapparent. M. 2003. Conjoint Transportation Mode-Time of Day Discrete Choice Models for Analyzing the Individual Travel Demand Urban Frequent Shopping Trips, EUREQua, Working Paper n°17, Publication AJD-71.
- De Lapparent. M, De Palma. A et Fontan. C. 2002. Nonlinearities in the Valuation of Travel Attributes, EUREQua, Working Paper, Publication AJD- 69.
- De Palma. A et Fontan. C. 2001. Choix modal et Valeur du temps en Ile-de-France, Recherche, transport, sécurité n°71 Avril-Juin.
- De Palma. A et Kilani. K. 1999. Discrete choice models with income effects, THEMA Working Papers 99-42, THEMA (THéorie Economique, Modélisation et Applications), Université de Cergy-Pontoise.
- De Serpa. A.C. 1971. A theory of the economics of time, *The Economic Journal*, 81, p 828-846.
- Evans. A. 1972. On the theory of the valuation and allocation of time, *Scottish Journal of Political Economy*, 19, pp 1-17.
- Fosgerau. M. 2006. Investigating the distribution of the value of travel time savings, *Transportation Research Part B: Methodological*, 40, pp 688-707
- Gronau. R. 1986. Home production - a survey, in: O. Ashenfelter and R.Layard, eds., *Handbook of labor economics*, Vol 1. Amsterdam: North Holland.
- Hammadou. H. 2002. La valeur du temps pour les déplacements à longue distance : une donnée sur données françaises, *Les cahiers scientifiques de transport*, 2, pp 3-23
- Jara-Diaz. S. 1997. The goods/activities framework for discrete travel choices: Indirect utility and value of time, 8th IATBR meeting, Austin, TX.
- Johnson. M. 1966. Travel time and the price of leisure, *Western Economic Journal*, 4, pp 135-145.
- McFadden. D. 2000. Disaggregate behavioral travel demand's RUM Side: A 30-Year Retrospective, International Association for Travel Behavior Research (IATBR) Conference, Gold Coast, Queensland, Australia, July 2-7.

- Oort. O. 1969. The evaluation of travelling time, *Journal of Transport Economics and Policy*, 3, pp. 279-286.
- Small. K. 1982. Scheduling of consumer activities: Work trips, *American Economic Review*, 72, pp 467-479.
- Train. K et McFadden. D. 1978. The good/leisure tradeoff and disaggregate work trip mode choice models, *Transportation Research*, 12, pp 349-353.
- Truong T.P., Hensher D.A. 1985. Measurement of travel time values and opportunity cost from discrete-choice model, *The Economic Journal*, 95, pp 438-451.

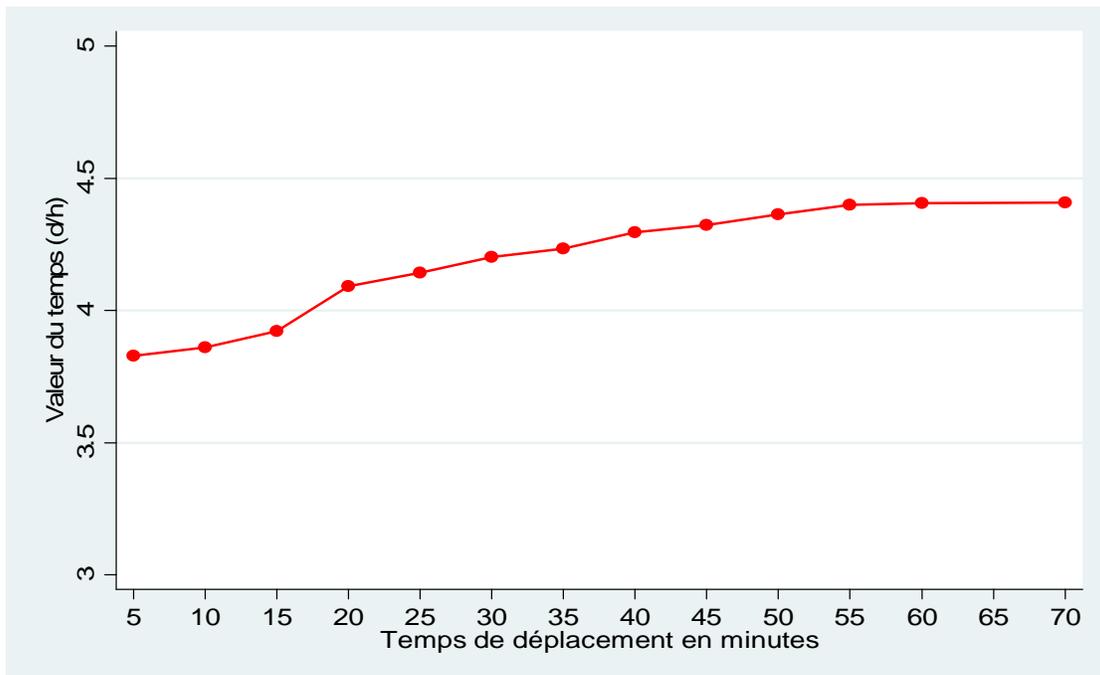
Graphique 1 : Distribution De La Valeur Du Temps De Transport (Forme non linéaire de la fonction d'utilité indirecte)



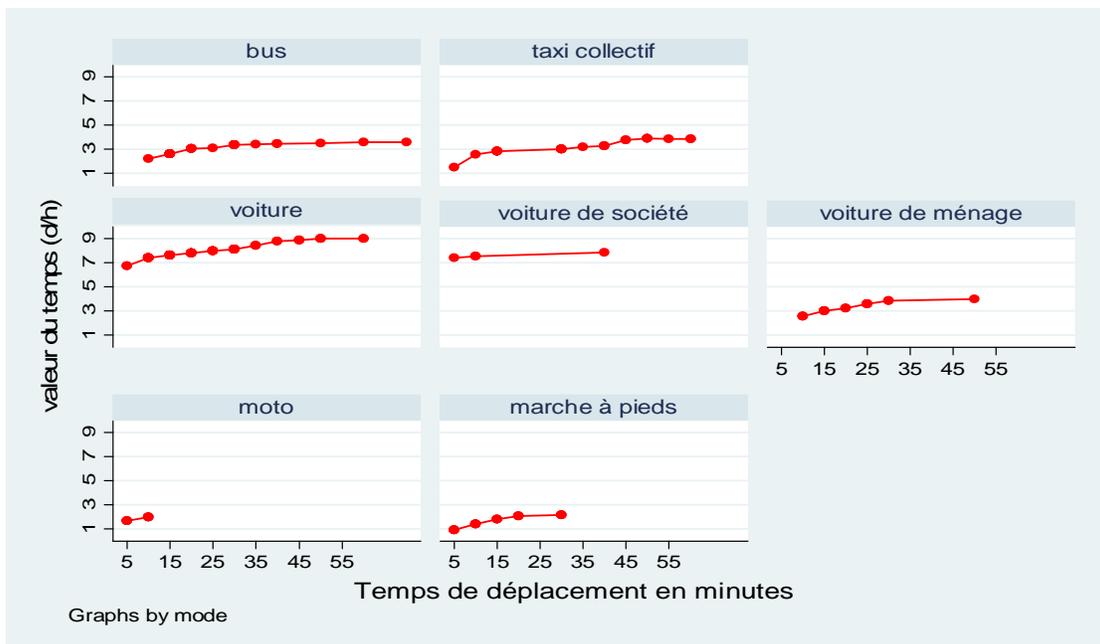
Graphique 2 : Evolution De La Valeur Du Temps En Fonction Du Revenu



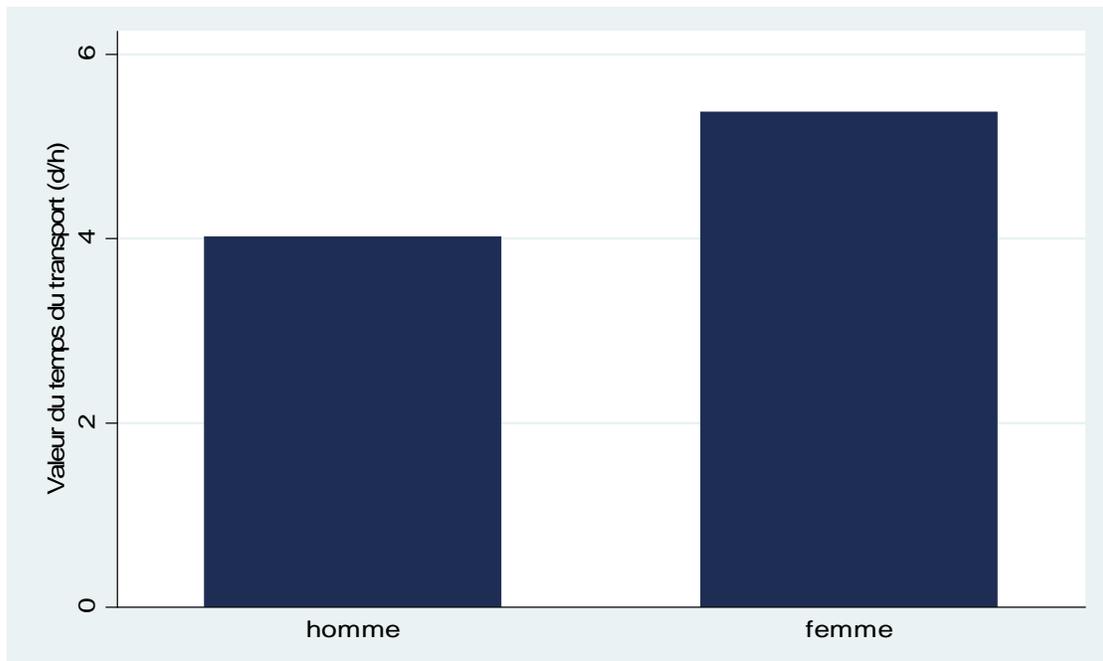
Graphique 2 : Evolution De La Valeur Du Temps En Fonction Du Temps De Déplacement



Graphique 3 : Evolution De La Valeur Du Temps En Fonction Du Temps De Déplacement Par Mode De Transport



Graphique 5 : Distribution De La Valeur Du Temps Par Sexe De L'individu



Graphique 6 : Distribution De La Valeur Du Temps Par Tranche D'âge De L'individu

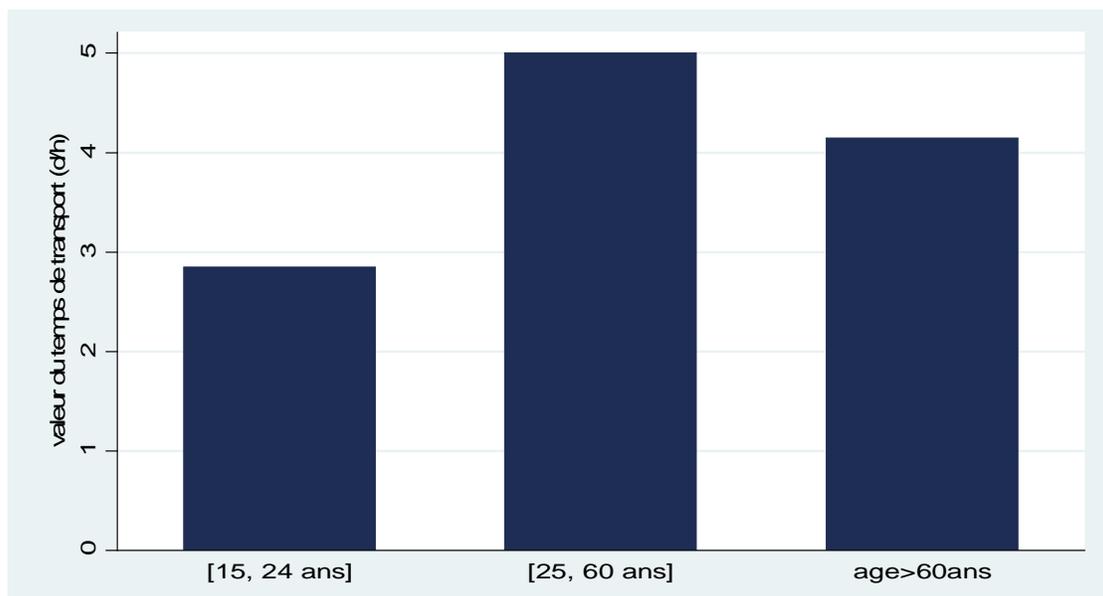


Tableau 1: Description des Variables Explicative

Variables Socio-économiques	Nature de la Variable	Description des Variables
Sexe (se)	Qualitative Dichotomique (binaire)	= 1 si homme = 0 si femme
Age (ag)	Qualitative catégorique	=1 si âge [15 ans, 24 ans] =2 si âge [25 ans, 60 ans] =3 Age > 60ans
Catégorie sociale (cg)	Qualitative catégorique	=1 si l'usager est un cadre =2 si l'usager est un employeur =3 si l'usager est un artisan =4 si l'usager est un commerçant =5 si l'usager est un ouvrier =6 autres
Revenu de l'individu (R)	Qualitative catégorique	=1 si revenu mensuel du ménage < 300D =2 si revenu mensuel du ménage [300, 500D[=3 si revenu mensuel du ménage [500D, 750D [=4 si revenu mensuel du ménage [750D, 1100D [=5 si revenu mensuel du ménage > 1100D
Permis de conduire (pc)	Quantitative continue Qualitative dichotomique	=Revenu en dinars =1 si oui =0 si non
Abonnement de transport en commun (ab)	Qualitative dichotomique	=1 si oui =0 si non
Nombre d'actifs dans le ménage (na)	Quantitative discrète	Nombre de personnes ayant un emploi dans le ménage
Nombre de voitures dans le ménage (nv)	Quantitative discrète	Nombre de voiture dans le ménage
Nombre d'enfants dans le ménage (moins de six ans) (ne)	Quantitative discrète	Nombre d'enfants de moins de six ans dans le ménage
Heure de déplacement (hd)	Qualitative dichotomique	=1 si l'usager se déplace entre 7h et 9h (heure de pointe) =0 sinon (heure creuse)
Mode de déplacement (md : mode de déplacement principal et ms : mode de déplacement secondaire)	Variable dépendante : Qualitative catégorique	=1 si l'usager utilise le bus =2 si Taxis Collectifs =3 si l'usager utilise sa voiture particulière =4 si l'usager utilise une voiture de société comme conducteur =5 si l'usager utilise une voiture comme passager (voiture du ménage) =6 moto =7 marche à pieds
Distance (dt)	Quantitative continue	Longueur de déplacement en mètres
Temps de trajet (t) (heure de départ-heure d'arrivée)	Quantitative continue	Temps de trajet en minutes
Temps de recherche d'un stationnement (tr)	Quantitative continue	Temps nécessaire pour trouver une place de stationnement
Parking gratuit (pg)	Qualitative dichotomique	=1 si oui =0 si non
Parking public payant (pp)	Qualitative dichotomique	=1 si oui =0 si non
Montant du parking public (mp)	Quantitative continue	le montant à payer
Parking privé réservé par l'employeur (pp)	Qualitative dichotomique	=1 si oui =0 si non
Temps d'accès à la station (ts)	Quantitative continue	Temps d'accès entre la résidence et la station du TC
Temps de rabattement (tr)	Quantitative continue	Temps d'accès entre la station de TC et le lieu de travail
Temps de correspondance (TCR)	Quantitative continue	Temps nécessaire de correspondance en TC
Nombre de correspondance (nc)	Quantitative continue	Nombre de correspondance en TC
Temps d'attente (ta)	Quantitative continue	Temps d'attente à la station du transport en commun
Qualité de service du mode utilisé (qs)	Qualitative catégorique	1. Rapide 5. Seul moyen à disposition 2. Confortable 6. N'est pas cher 3. Sûr 7. Autre 4. Régulier
Coût de déplacements (p)	Quantitative continue	-Coût d'un déplacement (énergie, entretien, assurance) pour les automobilistes -le coût est extrait de la grille tarifaire de chaque opérateur de transport en commun utilisé (bus et taxi collectif)
Remboursement des frais de déplacement (rf)	Qualitative dichotomique	=1 si oui =0 si non
Montant du remboursement des frais de déplacement (mr)	Quantitative continue	Le montant des frais de déplacement remboursé par l'employeur (en %)

Tableau 2: Les Principales Caractéristiques De L'échantillon Utilisé

Variables	Caractéristiques des variables					Statistique de chi2	Valeur-p
	femmes	hommes					
Sexe	50.41% 49.59%					28.5142	0.000
Age	[15ans, 24ans]	[25ans, 60ans]	plus de 60ans			32.8718	0.001
	15.45%	85%	0.81%				
Catégorie socio-professionnelle	Cadre	Employeur	Commerçant	Ouvrier	Autres	59.5863	0.000
	56.1%	6.50%	2.44%	24.39%	10.57%		
Revenu mensuel	rv<300	[300,500]	[500,750]	[750,1100]	rv>1100	123.001	0.000
	13.01%	27.64%	29.27%	18.69%	11.38%		
Permis de conduire	oui non					0.0470	0.828
	72% 28%						
Abonnement De TC	oui non					4.5765	0.101
	9.6% 90.4%						
Nombre d'actifs	1	2	3	4	6	45.66	0.130
	29.6%	56%	8%	5.6%	0.8%		
Nombre d'enfants	0	1	2	3	4	58.38	0.001
	41.6%	14.4%	22.4%	13.6%	6.4%		
Nombre de voitures	0	1	2	3		124.0895	0.000
	41.6%	44%	11.2%	3.2%			
Qualité de service du mode utilisé	Rapide	Confortable	Sûr	Régulier	Seul moyen	50.3882	0.056
	22%	20%	6.5%	15.5%	18.5%		
	N'est pas cher		Autre				
	13%		4.5%				
Temps du déplacement	5 à 15min	16 à 30min	31 à 45 min	46 à 60min	plus1h	185.0480	0.000
	40.6%	34.9%	13.8%	9.7%	0.81%		
Temps d'accès à la station	0 min	5 min	10 min	15 min		12.1506	0.059
	6.57%	56.57%	30.26%	6.57%			
Temps d'attente dans la station	0 min	5 min	10 min	15 min	20min	24.7535	0.132
	5.26%	61.84%	25%	6.57%	1.31%		
Temps de rabattement	0 min	5 min	10 min	15 min	30min	8.6310	0.195
	6.66%	70.66%	16%	5.33%	1.33%		
Temps de recherche de stationnement	0 min	5 min	10 min	15 min		11.6646	0.070
	55.46 %	37.81%	5.88%	0.84%			
Coût de déplacement (moyenne)	Bus	taxi.c	voiture	v.société	v.ménage	moto	marche
	0.591	0.609	2.360	2.583	0.774	0.875	0.097
Remboursement des frais de déplacement	Oui Non					1.8128	0.936
	3.06% 96.93%						
Distance parcourue	Dt <5km	[5, 10km[	[10, 15km[			163.9	0.123
	25%	42.3%	11.2%				
	[15, 20km[	[20, 30km[	[30, 40km[
	5.1%	6.1%	10.2%				
Parking réservé par l'employé	Oui Non					7.4446	0.114
	47. 82% 52.17%						
Parking public payant	Oui Non					7.2622	0.123
	6.3% 93.6%						

Tableau 3: Valeur du Temps De Transport Pour Les Déplacements Réguliers Domicile-Travail (En Dinars Par Heure)

Modes de transport	VTT (moyenne des VTT)	
	Forme d'utilité non linéaire	Forme d'utilité linéaire
Voiture ¹²	7.640	7.370
Voiture de société	7.470	7.000
Voiture de ménage	2.905	1.650
Bus	2.610	1.390
Taxi collectif	2.355	1.310
Moto	2.590	1.800
Marche à pieds	1.795	0.390
Unicité de la VTT	Non	Oui

¹² Pour calculer la valeur du temps de la voiture particulière, nous avons choisi le bus comme catégorie de référence.

Tableau 4: Comparaison de la valeur du temps de transport (d/h) selon le revenu et selon les modèles utilisés

	Voiture	v.société	v.ménage	bus	taxi	moto	marche	Moyenne
Modèle linéaire :								
Rev<300d	-----	-----	-----	0.620	-----	-----	0.020	0.511
[300,500d[	4.800	-----	1.130	-----	0.980	1.800	0.400	1.080
[500,750d[	6.235	-----	1.430	1.620	1.560	-----	0.560	3.880
[750,1100[	7.550	-----	1.750	1.950	1.900	-----	-----	5.495
Rev>1100d	7.780	7.000	2.420	-----	-----	-----	-----	7.505
Modèle non linéaire :								
Rev<300d	-----	-----	-----	1.405	1.295	-----	0.705	1.280
[300,500d[	4.900	-----	1.110	2.440	2.225	1.930	1.400	2.140
[500,750d[	6.800	-----	2.520	3.100	2.895	2.360	2.535	4.235
[750,1100d[	7.890	-----	3.225	3.830	3.805	3.725	2.600	6.000
Rev>1100	9.255	9.215	4.470	-----	4.575	-----	-----	8.955

Tableau 5: Comparaison De La Valeur Du Temps De Transport (D/H) Selon Le Temps De Déplacement

	voiture	v.société	v.ménage	bus	taxi	moto	marche	Moyenne
Modèle non linéaire :								
Temps = 5	6.755	7.380	-----	-----	1.500	1.675	0.885	3.830
(en mn) 10	7.420	7.530	2.570	2.195	2.570	1.975	1.385	3.860
15	7.640	-----	2.980	2.610	2.795	-----	1.800	3.920
20	7.815	-----	3.210	3.025	-----	-----	2.055	4.140
25	7.990	-----	3.565	3.070	-----	-----	-----	4.200
30	8.125	-----	3.820	3.345	2.985	-----	2.165	4.235
35	8.425	-----	-----	3.400	3.195	-----	-----	4.295
40	8.795	7.840	-----	3.440	3.275	-----	-----	4.320
45	8.895	-----	-----	-----	3.740	-----	-----	4.365
50	8.945	-----	3.975	3.480	3.895	-----	-----	4.400
55	-----	-----	-----	-----	3.840	-----	-----	4.405
60	9.025	-----	-----	3.570	3.835	-----	-----	4.406

Tableau 6: Comparaison De La Valeur Du Temps De Transport (D/H) Selon Le Sexe De L'individu

	voiture	v.société	v.ménage	bus	taxi	moto	marche	Moyenne
Modèle linéaire :								
Femme	8.650	7.500	2.200	1.420	1.340	-----	0.400	3.280
Homme	6.930	6.040	1.460	1.800	1.680	1.820	0.550	2.780
Modèle non linéaire :								
Femme	7.950	9.150	3.820	2.840	2.420	2.410	1.690	5.485
Homme	7.475	9.425	2.075	2.300	2.320	3.870	1.920	3.881

Tableau 7: Comparaison de la valeur du temps de transport (d/h) selon la tranche d'âge de l'individu

	voiture	v.société	v.ménage	bus	taxi	moto	marche	Moyenne
Modèle linéaire :								
[15, 24]								
[25, 60]	8.000	-----	1.100	1.020	1.350	-----	0.450	1.860
Age>60ans	8.450	6.800	2.560	1.900	2.500	1.800	0.450	4.510
	5.900	-----	-----	1.340	1.400	-----	-----	2.660
Modèle non linéaire :								
[15, 24]	8.805	-----	2.745	2.025	1.615	2.400	0.635	2.525
[25, 60]	9.490	9.220	2.915	2.785	2.650	2.620	1.870	5.035
Age>60ans	4.710	-----	-----	-----	-----	-----	-----	4.710

Annexe 1 :

Enquête de préférences révélées Comportements des déplacements domicile-travail

Je m'appelle Maissa CHAIBI, je travaille à l'institut supérieur de transport et de la logistique de Sousse. Je mène des recherches sur la mobilité urbaine pour les déplacements réguliers domicile-travail dans la région de Sousse dans le cadre de ma thèse de doctorat. Les objectifs visés par mes travaux de recherches sont de mettre en évidence l'importance de la valeur du temps afin de définir des politiques adéquates de la mobilité lors de déplacements domicile-travail.

C'est dans cette optique que je souhaiterais que vous répondiez au questionnaire qui suit, cela me serait d'une précieuse aide. Veuillez recevoir mon infinie reconnaissance.

Informations liées à l'utilisateur :

Q1- Sexe 1. Masculin 2. Féminin

Q2- Tranche d'âge 1. [15, 24] 2. [25, 60] 3. Age >60

Q3- Catégorie socioprofessionnelle :

1. Cadre	4. Commerçant
2. Employeur	5. Ouvrier
3. Artisan	6. Autres

Q4- Dans quelle tranche de revenus mensuels vous situez-vous ?

1= revenu<300D 2= [300D, 500D [
3= [500D, 750D [4= [750D, 1100D [
5= revenu>1100D

Q5- Avez-vous un permis de conduire ? 1. Oui 2. Non

Q6- Avez-vous un abonnement de transport en commun (bus) ? 1. Oui 2. Non

Q7- Quelle est la zone de votre lieu d'habitation?
.....

Q8- Quelle est la zone de votre lieu de travail ?
.....

Q9- Quelle est la distance entre la maison et le lieu de travail ?
.....Km.....m.....

Informations liées au déplacement :

Q10- Quel(s) moyen(s) de déplacement utilisez vous habituellement pour vous rendre de votre Maison à votre lieu de travail ?

Si vous utilisez plusieurs moyens de déplacements, indiquez le **moyen principal** avec le quel vous parcourez la plus longue distance.

	Moyen de déplacement principal (une seule réponse possible) Trajet aller	Autre(s) moyen de déplacement utilisé(s) (plusieurs réponses possibles)
Marche à pied		
Vélo		
Moto		
Bus		
Taxi collectif		
Louage		
Voiture de société comme conducteur		
Voiture personnelle comme conducteur		
Voiture comme passager (voiture du ménage)		
Voiture comme passager (co-voiturage)		
Transport organisé par l'employeur		
Autre (préciser) :		

Q11 Quel est l'heure de départ de votre Maison (en heure)?.....

Q12 Quel est l'heure d'arrivée au lieu de votre travail (en heure)?.....

Informations liées aux personnes qui utilisent le transport collectif (bus et taxi collectif) :

Q13- Quel est le temps d'accès nécessaire de votre maison à un arrêt de transport en commun le plus proche (mn)?

- | | |
|----------|-------------------|
| 1. 5mn | 5. 25mn |
| 2. 10mn | 6. 30mn |
| 3. 15mn | 7. Plus que 30 mn |
| 4. 20 mn | |

Q14- Quel est le temps d'accès nécessaire de l'arrêt de transport en commun jusqu'au lieu de travail (mn)?

- | | |
|----------|-------------------|
| 1. 5mn | 5. 25mn |
| 2. 10mn | 6. 30mn |
| 3. 15mn | 7. Plus que 30 mn |
| 4. 20 mn | |

Q15- Quel est le temps d'attente du transport en commun (mn) ?

- | | |
|----------|-------------------|
| 1. 5mn | 5. 25mn |
| 2. 10mn | 6. 30mn |
| 3. 15mn | 7. Plus que 30 mn |
| 4. 20 mn | |

Q16- Quel est le nombre de moyens de transport que vous prenez pour arriver à votre lieu de travail ?.....

17- Si vous prenez plus que 2 moyens de transport, quel est alors le temps d'attente nécessaire pour prendre un 2^{ème} moyen de transport pour arriver à votre lieu de travail (mn)?

- | | |
|---------|--------------------------|
| 1. 5mn | 5. 25mn |
| 2. 10mn | 6. 30m |
| 3. 15mn | 7. Plus que 30 mn |
| 4. 20mn | 8. Pas de correspondance |

Q18- Combien estimez- vous vos dépenses mensuelles pour vos déplacements maison-travail (billetterie) ?.....

Informations liées aux personnes qui disposent d'une voiture

Q19- Quel est le temps nécessaire à la recherche d'une place de stationnement sur votre lieu de travail (mn)?

- | | |
|---------|---------------------|
| 1. 5mn | 5. 25mn |
| 2. 10mn | 6. 30mn |
| 3. 15mn | 7. Plus que 30mn |
| 4. 20mn | 8. Pas de recherche |

Q20- Est ce que vous disposez d'un **parking gratuit** sur votre lieu de travail ?

1. Oui 2. Non

Q21- Est-ce que vous disposez d'un **stationnement public payant** sur votre lieu de travail ?

1. Oui si oui combien=..... 2. Non

Q22- Est ce qu'il existe **un stationnement privé fourni par votre société ou par votre employeur** ?

1. Oui 2. Non

Q23- Combien estimez- vous vos dépenses mensuelles pour vos déplacements maison-travail (énergie, assurance, entretiens, coût du stationnement.) ?.....

24- Votre société ou votre employeur vous rembourse-t-il vos frais de déplacements entre votre Maison et votre lieu de travail ?
1. Oui 2. Non 3. Oui, partiellement (...%)

Informations liées au ménage :

Q25- Quel est le nombre de personnes ayant un emploi dans le ménage ?.....

Q26- Quel est le nombre d'enfants dans le ménage ?.....

Q27- Quel est le nombre de voitures dans le ménage?.....

Q28- Quel est le revenu mensuel ou annuel du ménage ?.....

Informations liées à la qualité du service du moyen de transport que vous utilisez :

Q29- Quelle est la raison principale du choix de votre moyen de transport principal?

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| 1. Rapide | 5. Seul moyen à disposition |
| 2. Confortable | 6. N'est pas cher |
| 3. Sûr | 7. Autre |
| 4. Régulier | |

