

**ESSAI D'ELABORATION D'UNE FONCTION DE DEMANDE EN
TRANSPORT URBAIN DANS LA VILLE DE BEJAIA.
TEST OF ELABORATION OF A DEMAND FUNCTION IN URBAN
TRANSPORT OF BEJAIA CITY.**

Nabil KANDI*

Maitre de conférences classe B

Docteur en Sciences Economiques, Laboratoire L.E.D, Université de Bejaia, Faculté SECSG, Algérie.

Mail : nabil.kandi@univ-bejaia.dz

Halim ZIDELKHIL

Maitre Assistant classe B

Docteur en Sciences Economiques, Laboratoire L.E.D, Université de Bejaia, Faculté SECSG, Algérie.

Mail : halim.zidelkhal@univ-bejaia.dz

Lamine HANI

Doctorant

Doctorant en Sciences Economiques, Laboratoire L.E.D, Université de Bejaia, Faculté SECSG, Algérie.

Mail : lamine.hani@univ-bejaia.dz

Date de soumission : 25/01/2022 ; **Date d'acceptation:** 29/03/2022 ; **Date de publication :**
07/05/2022

Résumé

Cette étude présente une analyse micro économétrique de la demande de transport urbain pour la ville de Bejaia en ayant recours au modèle Logit Multinomial, qui démontre l'influence de certaines variables économiques sur le comportement des usagers de transport en commun. À cette fin, ce travail est l'aboutissement d'une enquête réalisée auprès d'un échantillon arbitraire de 300 usagers de transport urbain. Nous avons tenté de mesurer l'élasticité de la demande en la matière, à partir de données recueillies par le biais d'un questionnaire. Les résultats montrent que le transport par autobus est un bien inférieur (Giffen), l'augmentation du revenu moyen entraîne une baisse de la demande de transport urbain et enfin, le transport par autobus et l'automobile sont des biens substituables.

Mots clés : Élasticités, comportement des usagers de transport urbain, demande en transport urbain, transport de substitution.

Codes JEL: D01, D12, E71, O13.

Abstract

his study presents a microeconomic analysis of the demand for urban transport in Bejaia city, using the Logit Multinomial model which demonstrates the influence of certain economic variables on the behavior of public transport users. To this end, this work is the result of a survey of an arbitrary sample of 300 urban transport users. We have attempted to measure the elasticity of demand in this area, using data collected through a questionnaire. The results show that bus transport is an inferior good (Giffen), the increase in average income leads to a decrease in the demand for urban transport and finally, bus transport and the automobile are substitutable goods.

Keywords: Elasticities, behavior of urban transport users, urban transport demand, substitution transport.

JEL Codes : D01, D12, E71, O13.

* Auteur correspondant : Nabil KANDI.

Introduction

La situation du transport collectif en Algérie ne présente pas de différence notable avec celle des autres pays en développement (Boubakour, 2011, p 02). Nous y relevons, au contraire, un nombre non négligeable de similitudes : urbanisation effrénée, accentuation de l'usage de la voiture particulière, non-attractivité des transports collectifs, etc. Nous n'étendons pas d'emblée sur toutes ces caractéristiques, mais nous tenons à souligner tout de même que l'offre actuelle du transport collectif soit fortement mise en cause, en raison de son incapacité à répondre de manière satisfaisante à la demande de mobilité allant toujours crescendo, et ce, dans un contexte d'étalement urbain permanent (Merzoug, 2017). La libéralisation du transport en Algérie depuis 1988 a, en effet, conduit à une amélioration et une satisfaction globale de la demande de transport au niveau local et national en terme quantitatif, mais qui reste peu maîtrisée suite à de nombreuses défaillances (Boubakour, 2011). Elles accentuent la nécessité de développer des réseaux de transports collectifs plus économiques en énergie, moins émissifs en gaz à effet de serre, accessibles au plus grand nombre et moins consommateurs d'espace.

Les études empiriques dans le domaine des transports urbains valorisent la recherche et contribuent à la compréhension des phénomènes de mobilités et de déplacements telle que l'étude du comportement des utilisateurs de transport urbain. En partant de ce contexte, la problématique générale de cette étude consiste à essayer à travers une enquête de terrain d'étudier la fonction de demande des usagers de transport collectif dans la ville de Bejaia, laquelle est marquée par une faible distribution de différents modes de transport. Dans cette perspective, la présente étude, se propose de mettre en lumière les facteurs déterminant et motivant le choix d'un mode de transport par rapport à un autre de 300 usagers, dans la ville de Bejaia.

Sur le plan méthodologique, l'approche utilisée présente un modèle Logit Multinominal qui permet de calculer l'élasticité de la demande de transport urbain dans la ville de Bejaia par rapport à la variation de prix de transport en commun, du coût moyen d'usage de l'automobile parcourant la même distance et du revenu moyen des usagers de transport urbain et à mesurer leur impact sur la fréquence des déplacements. En pratique, cela consiste dans un premier temps à définir l'hypothèse sur la réaction de la demande à une variation de prix de transport, puis à mesurer les élasticités induites par cette variation. Dans ce cadre, on considère successivement des scénarios de variation de prix de transport urbain, puis un scénario de variation de prix de l'automobile et la variation du revenu moyen des usagers de transport en commun.

L'article comprend deux axes. Dans le premier axe, nous présenterons une revue de littérature sur les facteurs explicatifs de la demande de transport urbain et un aspect théorique relatif aux coefficients d'élasticité. Nous présenterons dans un deuxième axe, le modèle retenu pour estimer la demande de transport. Enfin, nous poursuivrons en exposant et en discutant les résultats des estimations appliquées à l'échantillon de l'étude en l'occurrence 300 d'usagers de transport urbain de la ville de Bejaia.

1.- Quelques rappels théoriques sur la demande du transport urbain

La réalisation d'un modèle d'équilibre offre/demande généralisé au transport urbain ne va pas sans soulever quelques difficultés d'ordre méthodologiques. À ce propos, (Bonnell 2011, p149) affirme : « *La transposition au domaine des transports de l'approche néoclassique nécessite de préciser l'interprétation que l'on donne des fonctions d'offre et de demande. En conclusion, nous revenons sur l'interprétation de cette transposition à la modélisation de la demande de transport* ». Cette approche du comportement du consommateur introduit

essentiellement le concept d'utilité. La détermination de la fonction de la demande nécessite donc la fonction d'utilité. En effet, il est montré que la demande correspond à la valeur maximale de l'utilité pour le consommateur en fonction des paramètres du bien consommé. D'après (Croissant, 2000), l'analyse empirique des caractéristiques de la demande n'a pas connu de développements aussi poussés. En général, des formes fonctionnelles simples ne permettent pas d'analyser de manière satisfaisante le surplus des consommateurs en termes d'utilité.

1.1.- La demande en transport urbain collectif

Il existe plusieurs modèles de demandes de transport urbain des passagers et, pour chacun une évaluation des élasticités-prix propre au modèle. Les estimations de celle-ci sont difficilement comparables, car elles sont basées sur des prix et des demandes différentes. L'analyse des élasticités consiste à séparer l'influence du prix sur le nombre de déplacements. Il est alors nécessaire d'utiliser un outil d'analyse qui tienne compte du reste des facteurs affectant aussi la demande de transport urbain. Pour cette raison, diverses façons d'étudier le rapport entre la demande et le prix du transport sont indispensables. Nous avons adopté la définition proposée par les auteurs (Ivaldi et al 2010, p4), pour effectuer celle de la demande en transport urbain comme suit : « *la fonction de demande des usagers en transport urbain est une relation comportementale liant la quantité ou le nombre de déplacements des personnes de ce service (transport urbain) à sa disposition à payer pour des accroissements de cette quantité* ». Autrement dit, elle indique que l'utilisateur du transport urbain est prêt à se déplacer en fonction du prix de ce service sur le marché, étant donné son revenu et les prix des autres biens de consommation. La fonction de demande dépend donc des préférences de l'utilisateur du transport urbain pour l'ensemble des services disponibles, des prix de ces biens, et du revenu de l'utilisateur du transport urbain. Pour chaque niveau de prix, l'utilisateur du transport urbain détermine le nombre des déplacements en cherchant à atteindre une utilité maximale. Ainsi, chaque usager a sa propre fonction de demande. La fonction de demande agrégée résulte de l'agrégation des demandes individuelles et dépend de ce fait de l'hétérogénéité des préférences des usagers du transport urbain et de la distribution des revenus.

Tout ce qui relève de l'étude des prix de service de transport urbain fait partie du domaine de la demande individuelle. Les modèles appliqués en transport urbain composent, en l'occurrence, un cadre d'étude adéquat pour évaluer la demande individuelle en transport urbain. Ces modèles donnent, à travers des observations données, la probabilité qu'une personne favorise un mode particulier par rapport à un ensemble de choix modal. Ces modèles expliquent, selon un cadre adéquat, le comportement individuel sur le fondement de quelques mesures des performances du service de transport urbain. Ils ont pour source les principes de la théorie de choix du consommateur.

Le choix du consommateur peut se traduire, dans certains contextes, par un processus de sélection d'une variété de bien parmi un ensemble de choix possibles et mutuellement exclusifs. Ce genre de situations peut être justifié par les difficultés pratiques de combiner plusieurs variétés d'un bien. À l'aide de ces principes, la modélisation économétrique consiste à relier la décision du choix de l'individu avec l'environnement de choix. En matière de transport urbain, l'environnement de choix est constitué de deux éléments. D'une part, l'ensemble des modes qui constitue le système de transport de l'agglomération en question. Ces modes sont représentés par des attributs. D'autre part ; les caractéristiques socio-économiques de l'individu preneur de décision. Si l'on associe à cet environnement une fonction d'utilité stochastique, le choix se fera selon le critère de maximisation de la fonction d'utilité.

1.2.- L'élasticité-prix de la demande en transport urbain

Selon (Laferrière 1992, p1), l'élasticité-prix peut être définie comme : « un changement de pourcentage de la demande résultant d'une variation de 1% du prix ». Habituellement, l'élasticité-prix de la demande de transport est négative : une hausse de prix de 1%, entraîne la diminution la demande de D_{TU} %. Sa formule mathématique s'écrit comme suit :

$$E_{D_{TU}/P_{TU}} = \frac{\left(\frac{\delta D_{TU}}{D_{TU}}\right)\%}{\left(\frac{\delta P_{TU}}{P_{TU}}\right)\%} = \frac{\delta D_{TU}}{\delta P_{TU}} \times \frac{P_{TU}}{D_{TU}} = (D_{TU})' \times \frac{P_{TU}}{D_{TU}}$$

D_{TU} : Demande en transport urbain.

P_{TU} : Prix d'un déplacement d'usagers de transport urbain.

$(D_{TU})'$: Variation de la demande en transport urbain par rapport au prix du déplacement des usagers de transport urbain (appelée aussi première dérivée de la demande en transport urbain par rapport au prix du déplacement des usagers). Avec :

1. $(-E_{D_{TU}/P_{TU}}) > 1$: La demande en bien (transport urbain) (TU) est élastique ;
2. $(-E_{D_{TU}/P_{TU}}) = 1$: La demande en bien (transport urbain) est unitaire (iso-lastique) ;
3. $(-E_{D_{TU}/P_{TU}}) < 1$: La demande en bien (transport urbain) est inélastique.

D'après (Rizet & Bouguerra, 2013), les économistes définissent également l'élasticité prix-croisée, comme une mesure de variation relative de la quantité demandée du bien 2 par rapport à une variation relative du prix du bien 1. Cette élasticité peut être positive (biens substituables), nulle (biens indépendants) ou négative (biens complémentaires). Sa définition mathématique est donnée par l'expression :

$$E_{D_{TU}/P_{MDA}} = \frac{\left(\frac{\delta D_{TU}}{D_{TU}}\right)\%}{\left(\frac{\delta P_{MDA}}{P_{MDA}}\right)\%} = \frac{\delta D_{TU}}{\delta P_{MDA}} \times \frac{P_{MDA}}{D_{TU}} = (D_{TU})' \times \frac{P_{MDA}}{D_{TU}}$$

D_{TU} : Demande en transport urbain.

P_{MDA} : Prix ou Coûts moyens du déplacement par automobile (un autre mode de transport).

$(D_{TU})'$: Variation de la demande en transport urbain par rapport au prix du déplacement des usagers de transport urbain par un autre mode de transport (appelée aussi la première dérivée de la demande en transport urbain par rapport au prix du déplacement des usagers par un autre mode de transport). Avec :

1. $E_{D_{TU}/P_{MDA}} > 0$: Les deux biens sont substituables ;
2. $E_{D_{TU}/P_{MDA}} = 0$: Les deux biens sont indépendants ;
3. $E_{D_{TU}/P_{MDA}} < 0$: Les deux biens sont complémentaires.

Comme la demande du transport urbain est aussi fonction des prix des autres modes de transport, on peut également s'intéresser à la sensibilité de la demande de ce mode de transport par rapport au prix des autres substituts. Elle est donnée par l'élasticité prix croisée (rapport de variation relative de la quantité demandée du transport urbain à la variation relative du prix de l'autre mode de transport). L'auteur (Mc Fadden 1974) met en évidence un effet prix sur la demande de déplacement. Dans le cas de la voiture particulière, la demande s'accroît lorsque le coût d'usage de la voiture se réduit. Elle s'accroît également lorsque le revenu, le coût et le temps d'attente des transports en commun augmentent. De même, la demande de déplacement en transports en commun s'accroît lorsque le coût d'usage de la voiture augmente et se réduit lorsque le coût et le temps d'attente des transports en commun

augmentent. L'élasticité de la demande au prix du carburant permet d'approfondir la connaissance de cet effet prix. La hausse du prix des carburants limite ainsi la mobilité en voiture (Goodwin, 1992). Toutefois, la valeur des coefficients fluctue en fonction du modèle, des données utilisées (en coupe transversale, en série temporelle, en panel, à court ou à long terme) et du pays concerné (Hanly et al. 2002 ; Holmgren, 2007). Les auteurs Bresson et al (2004) montrent également que l'élasticité de la demande au prix des carburants est positive dans le cas des transports en commun. Toutefois, cette élasticité est plus faible que l'élasticité de la demande à la variation du tarif des transports en commun. Cela les conduit à penser qu'une mesure de réduction des tarifs peut jouer un rôle substantiel pour accroître l'utilisation des transports en commun.

1.3.- Elasticité-Revenu de demande en transport urbain

L'élasticité-Revenu peut être définie comme un changement de pourcentage de la demande en transport urbain résultant d'une variation de 1% du revenu moyen des usagers du transport urbain. Comme la demande du transport urbain dépend en conséquence du revenu des usagers du transport urbain, on peut également s'intéresser à la sensibilité de la demande de transport urbain par rapport au revenu moyen des usagers du transport urbain. Elle est donnée par l'élasticité-revenu qui est le rapport de la variation relative de la quantité demandée du transport urbain à la variation relative du revenu des usagers de ce mode de transport. Sa formule mathématique s'écrit comme suit :

$$E_{DTU/R} = \frac{\left(\frac{\delta D_{TU}}{D_{TU}}\right)\%}{\left(\frac{\delta R}{R}\right)\%} = \frac{\delta D_{TU}}{\delta R} \times \frac{R}{D_{TU}} = (D_{TU})' \times \frac{R}{D_{TU}}$$

DTU : Demande en transport urbain.

R : Revenu moyen des usagers de transport urbain.

$(D_{TU})'$: Variation de la demande en transport urbain par rapport au revenu moyen des usagers de transport urbain (appelée aussi la première dérivée de la demande en transport urbain par rapport au revenu des usagers). **Avec :**

1. $E_{DTU/R} < 0$: Le bien (D_{TU}) est un bien inférieur ;

2. $0 < E_{DTU/R} < 1$: Le bien (D_{TU}) est un bien normal ;

3. $E_{DTU/R} > 1$: Le bien (D_{TU}) est un bien de luxe.

Selon (Souche 2009), une des difficultés de l'investigation sur la variable "revenu" est que celle-ci est corrélée à des variables sociodémographiques, dont la taille du ménage (Lyons et al., 2002) et la situation économique (Gakenheimer, 1999). (Mogridge 1967) utilise une distribution des revenus et des dépenses pour estimer le nombre de voitures dans trente ans. Toutefois, les valeurs qu'il obtient pour l'élasticité au revenu et l'élasticité au prix de la demande de voiture seront critiquées par (Evans 1970), car elles ne tiennent pas compte de l'inflation. (Dargay et Hanly 2002), de même que (Bresson et al 2004), mettent en évidence une relation négative entre le nombre de déplacements en bus et le niveau de revenu, tandis qu'ils montrent une relation positive entre le revenu et l'utilisation de la voiture.

2.-Présentation de l'enquête, méthodologie de recherche, choix des variables et recours au modèle Logit multinomial

2.1.-Présentation de l'enquête et méthodologie de recherche

Après avoir donné un aperçu théorique sur la demande en transport urbain et la présentation des différentes élasticités en lien avec la fonction de demande de transport urbain, nous allons analyser et déterminer les facteurs économiques qui délimitent le comportement des usagers de transport urbain. Pour cela, une enquête de terrain relative au comportement de la

population de la ville de Bejaia vis-à-vis l'usage de l'autobus comme moyen de transport urbain est donc nécessaire pour envisager de meilleures connaissances de l'impact de ces variables sur la demande en ce mode de transport et par rapport au report modal. Cette enquête a eu lieu en intermittences du mois de mars 2017 au mois de mai 2017, auprès de 300 personnes en mobilité urbaine résidentes dans la ville de Bejaia. L'échantillon est choisi de façon arbitraire et nous avons initié cette enquête auprès des usagers du transport urbain afin de mettre en lumière les choix et les préférences de déplacements de ces derniers. Les personnes interrogées doivent notamment décrire, de manière précise, les raisons économiques de leur choix modal et du mode de transport qu'elles préférèrent afin d'obtenir des informations nécessaires à la construction d'une fonction de demande. Les individus interrogés sont enquêtés lors d'un entretien en face à face.

2.2.-Choix des variables et recours au modèle Logit multinomial

Compte tenu du contexte et des éléments théoriques que nous venons d'énoncer, la question abordée s'articulera autour d'une étude sur la demande en transport urbain dans la ville de Bejaia en fonction de certaines variables dont elle dépend. L'objectif est de savoir si une variable économique (Prix de ticket, coût moyen d'un déplacement et/ou le revenu moyen des usagers de transport urbain) est systématiquement associée à une modification du comportement de ces usagers. Pour répondre à cette interrogation, la démarche méthodologique établie combine et analyse les révélations et les préférences de ces usagers recueillies par un questionnaire. Dans ce sillage, le questionnaire les a amenés à exposer leur choix sous trois variables : prix du ticket d'autobus, coût moyen de déplacement par véhicule personnel et le revenu moyen des usagers du transport urbain.

Cependant, le modèle est censé démontrer les détails sur l'influence de ces variables sur le comportement des usagers du transport urbain dans la ville de Bejaia. De plus, il va montrer la nature du bien utilisé (transport urbain), la substitution à ce bien et la nature de la demande en ce même bien. Les modèles Logit constituent une famille de modèles probabilistes à divers usages comme l'affirme (Afsa-Essafi 2012, p5): « *Les domaines dont ils font objets sont multiples à l'instar des transports, du choix d'une profession, de l'adoption d'une politique électorale ou du lieu de résidence, etc.* ». Pour le besoin de notre étude et afin d'utiliser ce modèle, nous utiliserons un échantillon collecté par questionnaire relatif à 300 usagers de transport urbain dans la ville de Bejaia.

2.3.-La fonction de demande de transport urbain

L'objectif principal de l'étude est de formuler la fonction de demande en transport urbain et d'obtenir des estimations des élasticités de la demande. En appliquant la méthodologie suivie dans la revue de la littérature, nous estimons la forme générale de la fonction de demande en transport urbain suivante : $D_{TU} = f(P_{TU}, P_{MDA}, R)$ Avec :

D_{TU} : Demande en transport urbain.

P_{TU} : Prix d'un déplacement d'usagers de transport urbain.

P_{MDA} : Prix ou Coûts moyens du déplacement par automobile (un autre mode de transport).

R : Revenu moyen des usagers de transport urbain.

La fonction de demande se décompose en variable à expliquer : mobilité par transports en commun et évaluée par les déplacements quotidiens en transport urbain par personne. Les variables explicatives se décomposent de la manière suivante : le prix d'un déplacement d'usagers de transport urbain qui s'obtient par le coût d'usage moyen pour un déplacement en transport urbain (prix d'un billet), prix ou coûts moyens du déplacement par automobile (coût d'un déplacement par un autre mode de transport) et le revenu moyen des usagers de transport urbain qui donne une indication du niveau de vie des usagers de transport urbain.

3.- La présentation du modèle Logit multinomial et résultats de son estimation

D'une façon générale, le modèle Logit multinomial permet de modéliser la probabilité qu'un événement survienne (comportement des utilisateurs de transport en commun) étant donné les valeurs d'un ensemble de variables descriptives (variables économiques prises en compte dans le modèle). Cette modélisation du comportement des usagers est essentielle à deux titres: pour prévoir la sensibilité de la demande envers les variations possibles des paramètres économiques qui contraignent l'usager ; mais aussi pour mesurer les coefficients des élasticités qui déterminent les choix de ces usagers par rapport à ces préférences de mobilité. Pour étudier le comportement des usagers de transport urbain dans la ville de Bejaia, le modèle Logit multinomial est le mieux adapté à l'estimation des coefficients d'élasticité. L'objectif de ce cas empirique est de comprendre le lien qui subsiste entre la variable à expliquer (la demande en transport urbain) et les variables qui lui sont liées. Concernant le degré de significativité des variables, celles qui ont la probabilité la plus proche de 0 sont les plus explicatives et significatives du modèle. L'hypothèse que nous avançons dans ce modèle se traduit par une dichotomie dans les rapports de deux probabilités associées à deux variables économiques différentes, et disposant chacune d'une probabilité qui lui est exclusivement propre et indépendante. C'est pourquoi l'étude de ce modèle multinomial prend en compte des choix probabilistes qui permettent de décrire les différents choix en présence de réponse stochastique. Le tableau ci-après représente les modalités de références à la fois pour la variable expliquée et les variables explicatives.

Tableau 1. Modalités de référence du modèle Logit multinomial

Variables économiques		Demande en transport urbain	
		Oui**	Non
Prix du ticket par bus (Prix d'un déplacement par autobus)	Tout à fait satisfait	X	X
	Satisfait	X	X
	Pas du tout satisfait*	X	X
Coût de déplacement par automobile	Prix de déplacement par automobile élevé	X	X
	Prix de déplacement par automobile acceptable *	X	X
Revenu moyen des usagers de transport urbain	Moins de 10 000 DA	X	X
	(10 000 – 20 000 DA(	X	X
	(20 000 – 30 000 DA(	X	X
	(30 000 – 40 000 DA(	X	X
	(40 000 – 50 000 DA(	X	X
	(50 000 – 60 000 DA(	X	X
	Plus de 60 000 DA*	X	X

* Modalités de référence des variables explicatives.

** Modalité de référence de la variable à expliquer (Demande en transport urbain).

Source : Tableau réalisé par nos soins en utilisant le logiciel (SPSS v20).

Concernant la démarche à suivre, nous comptons traiter les variables binaires. En revanche, les variables qualitatives ayant plus de deux modalités doivent recevoir un traitement particulier. Plus précisément, une variable dont les modalités sont 1, 2, ..., M , sera remplacée par M variables binaires : la $m^{\text{ème}}$ vaut 1 si l'individu a la modalité m , sinon 0. Ces M variables binaires sont colinéaires puisque leur somme vaut toujours 1. Comme avec tout autre modèle

économétrique, il faut alors exclure une variable du modèle, sinon les paramètres qui leur sont attachés ne pourront être estimés. Donc, seule la précision des paramètres estimés diffère (Begg et Gray, 1984). La modalité exclue est appelée *modalité de référence* de la variable explicative. Selon que les variables sont polytomiques, les paramètres du modèle n'ont pas la même interprétation ni le même calcul des effets des variables sur les probabilités d'appartenance aux différentes catégories. Le tableau ci-dessous nous montre la validité du modèle dans sa globalité.

Tableau 2. Qualité d'ajustement du modèle Logit multinomial

Informations sur l'ajustement du modèle				
Modèle	Critères d'ajustement du modèle	Tests des ratios de vraisemblance		
	-2 log vraisemblance	Khi-deux	Degrés de liberté	Signif.
Constante uniquement	156,031			
Final	79,035	76,996	9	0,000

Source : Tableau réalisé par nos soins à partir des résultats du modèle Logit multinomial (SPSS v20).

Pour évaluer la validité statistique des différences observées dans notre échantillon, nous avons utilisé les tests des ratios de vraisemblance. La qualité d'ajustement du modèle Logit multinomial valide le modèle au niveau global (on rejette l'hypothèse nulle (H_0) du test, selon laquelle les variables introduites dans l'équation n'ont aucun pouvoir explicatif). Nous testons les hypothèses nulle et alternative comme suit:

$$\begin{cases} H_0: \beta_i = 0 \\ \text{contre} \\ H_1: \exists \beta_i \neq 0 \end{cases}$$

D'après les résultats du tableau 2, la probabilité obéie au test de khi-deux et de valeur nulle et par conséquent inférieure à 0,01 (1%). ($P_r(khi - deux) = 0,000$) et $P_r(khi - deux) < 0,01$ (1%). Donc, nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 et on accepte H_1 au seuil de signification de 1% ce qui induit la validité du modèle dans sa globalité. Nous considérons alors, avec un risque d'erreur fixé à moins de 1%, qu'il y a une différence entre les groupes comparés de la population pour la variable de demande en transport urbain. Par déduction, l'hypothèse alternative est acceptée. Pour plus de véracité et de détails, il faut interpréter les valeurs des coefficients du modèle ($b_1, b_2, b_3... b_n$) et déterminer lesquels sont significatifs. Il s'est avéré par rapport aux résultats de l'étude, qu'il existe un lien statistiquement significatif entre les variables économiques et la demande en transport urbain. Les données du tableau ci-après représentent les tests de validité des variables explicatives.

Tableau 3. Tests des ratios de vraisemblance

Tests des ratios de vraisemblance				
Effet	Critères d'ajustement du modèle	Tests des ratios de vraisemblance		
	-2 log-vraisemblance du modèle réduit	Khi-deux	Degrés de liberté	Signif.
Constante	79,035 ^a	0,000	0	.
Prix de déplacement par autobus	93,919	14,884	2	0,001
Coût de déplacement par automobile	117,622	38,587	2	0,000

Revenu moyen des usagers de transport urbain	117,146	38,111	5	0,000
---	---------	--------	---	-------

*** variables expliquant le modèle à un degré de signification inférieur ou égal à 1% d'erreur.

Source : Tableau réalisé par nos soins à partir des résultats du modèle Logit multinomial (SPSS v20).

Nous constatons que toutes les probabilités sont inférieures à 1% d'erreur, c'est-à-dire que toutes les variables explicatives du modèle (Prix de déplacement par bus, coût de déplacement par un autre mode de transport et revenu moyen des usagers de transport urbain) sont très significatives et expliquent le modèle (demande en transport urbain). À présent, nous devons faire l'étude des paramètres de chaque modalité des variables explicatives figurant dans le tableau ci-après pour expliquer son degré de signification.

Tableau 4. Estimations des paramètres des variables explicatives du modèle

Demande en transport urbain	B	Erreur std.	Signif.	Exp(B)	Intervalle de confiance 95% pour Exp(B)	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Non	Constante	-1,847	,657	,005		
	(Prix déplacement par autobus=1,00)	1,577**	,533	,003	4,842	1,703 13,770
	(Prix déplacement par autobus=2,00)	,713	,529	,178	2,040	,723 5,753
	(Prix déplacement par autobus=3,00)	0 ^b	.	.	.	.
	(Coût de déplacement par automobile=1,00)	2,384***	,441	,000	10,845	4,572 25,728
	(Coût de déplacement par automobile=2,00)	0 ^b	.	.	.	.
	(Revenu moyendes usagers de TU =1,00)	-2,018***	,475	,000	,133	,052 ,337
	(Revenu moyendes usagers de TU=2,00)	-2,292***	,596	,000	,101	,031 ,325
	(Revenu moyendes usagers de TU=3,00)	-1,477*	,572	,010	,228	,074 ,701
	(Revenu moyendes usagers de TU=4,00)	-,615	,489	,209	,541	,207 1,411
	(Revenu moyendes usagers de TU=5,00)	-,372	,537	,488	,690	,241 1,974
	(Revenu moyendes usagers de TU=6,00)	0 ^b	.	.	.	.

a. La modalité de référence est : Oui. 0^b: Modalité de référence pour les variables explicatives

*** : Pr < 0,01 (1%) : Très significatif, ** : Pr < 0,05 (5%) : Significatif, * : Pr < 0,10 (10%) : Peu significatif.

B : Paramètre estimé dont le signe indique le sens de variation de la probabilité.

Erreur std : Écart type du paramètre estimé B.

Signif : Significativité du paramètre B (si inférieure ou égale à 1%, 5% voire à 10%)

Exp (B) : Le rapport de cote (*Odds Ratio*) indique combien de fois (« chances »), on a dû connaître l'événement quand on possède telle caractéristique de la variable indépendante plutôt que celle de référence.

IC pour Exp (B) 95% : Intervalle de confiance pour Exp (B) à un niveau de confiance de 95%.

Source : Tableau réalisé par nos soins à partir des résultats du modèle Logit multinomial (SPSS v20).

4.-Résultats et discussion

Les coefficients β^1 associés aux variables explicatives figurant dans le tableau 4 permettent d'estimer la contribution de chaque variable indépendante, la survenance de la relation « négative ou positive » et d'expliquer les variations de la probabilité de la variable dépendante. L'ordre de grandeur des coefficients β permet de désigner le degré de signification des facteurs économiques qui influencent la demande en transport urbain. Ce qui compte le plus est les signes des coefficients pour comprendre dans quel sens (positif ou négatif) les variables indépendantes jouent sur la variable dépendante. De même, dans quelle mesure, une variable explicative a plus ou moins d'impact qu'une autre. Dans le cas de ce modèle, la modalité de référence pour la variable à expliquer (la demande en transport urbain) est la catégorie "Oui". Donc, nous faisons toujours référence à cette modalité dans notre analyse. C'est-à-dire que nous comparons les différentes estimations de paramètre β de chaque variable explicative à une situation de recours à l'usage de l'autobus « Oui : l'usager de transport urbain exprime sa demande ». Le signe du coefficient nous indique le sens de la relation qui existe entre l'influence des variables explicatives sur la probabilité de la préférence au mode de transport urbain tel que, plus la valeur du coefficient « β » est élevée et *Pest* petite, plus le prédicteur est mieux significatif dans le modèle.

4.1.-L'analyse de la variable explicative « Prix de déplacement par bus »

Cette variable fait apparaître une très forte corrélation positive avec la demande en transport urbain chez les usagers de ce mode de transport. Pour la catégorie « Tout à fait satisfait » ou ($Pr = 0,003$), $< 0,01$ (1%). Or, on sait que d'après la loi microéconomique fondamentale, la demande est une fonction inverse du prix du bien en question. Autrement dit, selon la « loi de la demande », la quantité demandée d'un bien s'accroît quand le prix baisse et vice versa, toutes choses égales par ailleurs. Les exceptions à cette loi concernent les biens caractérisés par Giffen comme étant ces biens tellement essentiels au besoin exprimé que la réponse des consommateurs à une augmentation de leurs prix est de les substituer à des biens moins essentiels en raison de d'un revenu faible. C'est pourquoi le résultat montre que la probabilité qu'un usager de transport exprime un plus fort consentement par rapport à l'usage de l'autobus, augmente lorsque le prix d'un billet d'autobus diminue (à un degré de signification de $:\beta_1 = +1,567$). La question de la demande en transport urbain est étroitement liée à celle du prix du ticket de l'autobus. Le fait d'exprimer un contentement par rapport au prix de

¹ Le paramètre β représente l'élasticité exprimant la variation relative (en%) de la probabilité qu'un usager de transport va choisir le mode de transport urbain par rapport à une variation relative (en%) de la variable explicative (Prix du ticket d'un déplacement par autobus, coût moyen d'un déplacement par voiture et le revenu moyen des usagers de transport urbain).

déplacement par autobus accroît le nombre d'usagers de transport urbain et en l'occurrence, la demande est relativement élastique au prix (1% de l'augmentation du prix du billet d'autobus, entraîne une baisse de la demande de 1,567% . Autrement dit, les personnes exprimant un niveau de satisfaction élevé par rapport au prix du transport urbain demandent plus ce mode de transport. Les résultats du modèle montrent que le prix bas du ticket de l'autobus est associé à une forte demande en ce mode de transport. Le paramètre β dans ce cas, représente en réalité le coefficient d'élasticité de demande en transport urbain par rapport au prix de ticket d'autobus. On sait que la loi fondamentale de la microéconomie énonce que la demande d'un bien est une fonction inverse du prix. Or, l'élasticité est positive. Nous pouvons constater que le transport urbain par autobus est un bien « inférieur / Giffen ».

4.2.- L'analyse de la variable explicative « Coût de déplacement par automobile» (taxi et/ou véhicule personnel)

Cette variable révèle une très forte corrélation positive avec la demande en transport urbain. Au niveau de la catégorie « Prix de déplacement par automobile : élevé », la variable est très significative à une probabilité moins de 1% d'erreur : ($Pr = 0,000$), $Pr < (1\%)$. Ce résultat montre que la probabilité qu'un usager de transport urbain puisse substituer l'autobus par l'automobile (taxi et/ou véhicule personnel) est à un degré de signification de ($\beta_2 = +2,324$). Nous constatons à posteriori que, d'après le modèle, le coefficient d'élasticité croisée entre l'autobus et l'automobile (taxi et/ou véhicule personnel) est positif. Ainsi, la mobilité urbaine en voiture s'accroît lorsque : le coût d'usage moyen de la voiture baisse ou lorsque le prix d'un déplacement par autobus augmente. Cela dit, le lien entre l'usage de l'autobus et l'automobile est caractérisé par un coefficient d'élasticité croisée positif sur le report modal, ce qui rend le prix de l'usage de l'automobile, un facteur affectant la demande à l'autobus. Dans cette perspective et pour un nombre d'usagers de transport urbain précis, lorsque le prix de transport par automobile (taxi et/ou véhicule personnel) diminue, ces derniers préfèrent recourir à substituer l'autobus par (report modal). De même, la demande de déplacement en transport urbain s'accroît lorsque le coût d'usage de la voiture augmente et se réduit lorsque le coût et le temps d'attente des transports urbains augmentent.

4.3.- L'analyse de la variable explicative « revenu moyen des usagers de transport urbain »

D'après le modèle, on remarque une forte corrélation négative entre les deux variables : revenu des usagers de transport et la demande en transport urbain. Au niveau de la catégorie « Moins de 10 000 DA » ou ($Pr = 0$), $< (1\%)$, cela signifie que la variable en question est très explicative. Le résultat montre explicitement que la probabilité de ne pas recourir à l'usage du transport urbain augmente avec l'augmentation du revenu de l'utilisateur du transport urbain, à un degré de signification de ($\beta_3 = -2,015$). Nous avons recensé des résultats similaires pour la catégorie « (10 000 – 20 000 DA (», qui montrent un très fort lien négatif entre les variations du revenu des usagers du transport urbain et la demande en ce mode de transport. La loi microéconomique fondamentale énonce que la demande augmente avec l'augmentation du revenu du consommateur. Or, d'après les résultats de l'enquête, la probabilité ($Pr = 0$), $< 1\%$ montre que la demande en transport urbain est une fonction inverse de la variable : « revenu des usagers de transport urbain » : ($\beta_3 = -2,288$), ce qui confirme que le transport par autobus est un bien inférieur « Giffen »². Nous constatons donc que la contrainte

²Selon (Blancheton B, 2016, p 11), l'effet Giffen constitue une exception à cette règle « La demande est une fonction croissante du revenu du consommateur » : la hausse du prix d'un bien inférieur peut

économique, en l'occurrence le revenu moyen des usagers de transport urbain n'a pas d'impact significatif sur la demande en autobus (lorsque le revenu moyen des usagers de transport augmente, la demande à l'autobus diminue).

Conclusion

Pour une meilleure connaissance du comportement des usagers de transport en commun de la ville de Bejaia, nous avons estimé un modèle de demande de transport urbain. Nous avons élaboré ce modèle de demande qui s'appuie sur de différents facteurs statistiquement significatifs par rapport au comportement individuel de choix modal. La valeur des coefficients d'élasticité s'avère, par ailleurs, conforme à celle que l'on peut trouver dans la littérature. La fonction de demande estimée semble, en outre, cohérente. Nous avons montré dans cette étude, l'intérêt d'utiliser une modélisation économétrique prenant en compte la distribution des variables économiques pour estimer une fonction de demande en transport urbain. Nous avons essayé à travers cet article de décrire le lien statistique entre le nombre d'usagers de transport urbain en déplacement dans la ville de Bejaia et les variables qui déterminent leurs préférences de mobilité. À partir des résultats du modèle, nous avons déterminé les élasticités de la demande relative à chaque variable explicative. Les résultats du modèle montrent que les variables explicatives sont statistiquement significatives. Nous avons obtenu pour le cas des transports urbains, des résultats conformes aux études énoncées dans la littérature : la demande est relativement élastique au prix et elle dépend très peu du revenu.

En outre, l'utilisation de ce modèle a permis de constater que le transport urbain constitue un bien inférieur, et le recours à ce moyen de transport est contraint par des paramètres économiques et ne répondant pas au respect de la mobilité et du transport de qualité. Les résultats montrent en conséquence que les variables économiques utilisées sont statistiquement significatives. Ainsi, la mobilité urbaine en voiture s'accroît lorsque le prix d'usage de l'autobus et le revenu moyen des usagers de transport urbain augmentent, tandis que la hausse du coût de l'usage du taxi et/ou le véhicule personnel favorise la mobilité en transports urbains. L'élasticité-prix croisé est positive, alors les deux biens : voiture et autobus sont substituables.

Bibliographie

Afsa-Essafi. C, (2012). Les modèles Logit polytomiques non ordonnés : Théorie et applications. Atelier de Modélisation et Méthodes Statistiques en Sciences Sociales, N° 0301. In <http://master.is.free.fr>

Begg. C-B, Gray.R, (1984). Calculation of Polychotomous Logistic Regression Parameters Using Individualized Regressions. *Biometrika*, Published By: Oxford University Press, Vol. 71, No. 1, pp. 11-18.

Blancheton. B, (2016). *Sciences économiques*. Ed. Dunod. Paris.

s'accompagner d'une hausse de sa demande. Si un bien occupe une grande place dans le budget des ménages, la hausse de son prix provoque une baisse du pouvoir d'achat du revenu et conduit le ménage à accroître la demande de ce bien inférieur qui se substitue à d'autres. La structure de la consommation diffère selon le niveau de vie des différentes catégories sociales. Le coefficient budgétaire des dépenses de premières nécessités est plus élevé pour les catégories populaires que pour les catégories moyennes et supérieures. À l'inverse, les coefficients budgétaires des biens de moindre nécessité comme les loisirs sont plus élevés dans les catégories supérieures.

- Bonnel. P.** (2001). Prévion de la demande de transport. Rapport présenté en vue de l'obtention du diplôme d'habilitation à diriger les recherches, Université Lumière Lyon 2, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion, Lyon. In <https://tel.archives-ouvertes.fr>
- Boubakour. F.** (2011). Les transports urbains en Algérie face aux défis du développement durable : sur les problèmes rencontrés et les solutions proposées. In www.codatu.org
- Bresson. G, Dargay. J, Madre. J-L, Pirotte. A.**(2004). Economic and structural determinants of the demand for public transport : an analysis on a panel of French urban areas using shrinkage estimators. *Transportation Research Part A*, vol 38, pp. 269-285.
- Croissant. Y.**(2000). Fonction de demande et surplus : une estimation sur des données de panel pour les transports urbains français. *Économie & prévision*, n°145, Vol-4. pp.53-66.
- Dargay. J, Gately. D.** (1999). Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide : 1960-2015. *Transportation Research Part A*, vol. 33, pp. 101-138.
- Dargay. J, Hanly. M.** (2002). The demand for local bus services in England. *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 36, n°1, pp.73-91.
- Idres. B, Kaïd-Tilane N.** (2016). La politique de transport en Algérie : Moteur de croissance économique ou de dépense ?. *Les cahiers du MECAS*.N° 13/ Juin 2016. Pp.231-250.
- Gakenheimer. R.** (1999). Urban mobility in the developing world. *Transportation Reasearch Part A*, vol. 33, pp. 671-689.
- Goodwin. P.** (1992).A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes.*Journal of Transport Economics and Policy*, vol 26, n°2, p.155-169.
- Ivaldi. M, Pouyet. J, Urdanoz. M.** (2010). Élasticités de la demande de transport ferroviaire : Définitions et mesures. Institut d'économie industrielle, IDEI Report18, Transport. In <http://idei.fr>
- Laferrrière. R.** (1992). Les élasticités-prix de la demande de transport interurbain des personnes. Préparé pour la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada, Canada. In <http://e-ajd.netf>
- Merzoug. S.** (2017). Les centres urbains en Algérie : comment concilier l'attractivité et la mobilité à travers la gestion du transport urbain ? Cas de la ville de Bejaia.RTS - Recherche Transports Sécurité, IFSTTAR, 2017, 2016 (01-02), pp.1-16.
- Mogdrige. M.**(1989). "The prediction of car ownership and use revisited. The beginning of the end?", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 23, n°1, pp. 55-74.
- Rizet. C, Bouguerra. H.**(2013). Evolution des élasticités du transport routier de fret au prix du gazole.*Les Cahiers scientifiques du transport*, AFITL. pp. 119-142.
- Souche. S.** (2009). Un exemple d'estimation de la demande de transport urbain. *Revue d'économie régionale et urbaine*, Armand Colin. pp. 759-779.