



Munich Personal RePEc Archive

Private cost of morbidity due to air pollution in Contonou

Avocè Viagannou, Fanougbo

30 November 2011

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/35115/>
MPRA Paper No. 35115, posted 01 Dec 2011 03:04 UTC

COUT PRIVE DE MORBIDITE DUE A LA POLLUTION DE L'AIR A COTONOU

Fanougbo AVOCE VIAGANNOU¹

E-mail: fanougboisaac@yahoo.fr

05 BP : 1652 Cotonou

Résumé

La pollution atmosphérique est une externalité négative dont les coûts sanitaires sont importants. Dans notre article nous avons procédé à l'évaluation du coût privé ou coût de la souffrance due à la morbidité liée à cette pollution. La méthode d'évaluation contingente (MEC) nous a permis d'évaluer le coût privé moyen par mois de la maladie pour un chef de ménage à partir des Consentements A Payer (CAP) des chefs de ménage pour une réduction de moitié de la pollution de l'air, dans la ville de Cotonou. L'analyse de ces CAP à l'aide d'un modèle Tobit censuré avec la prise en compte de l'endogénéité de la variable « revenu », nous a permis de dériver le CAP moyen qui représente le coût privé dont la valeur est estimée à 1.617 Fcfa/mois par adulte.

Mots clés : Externalité, pollution de l'air, coût privé, consentement à payer, modèle Tobit censuré, évaluation contingente.

JEL : C24, D12, I10, Q51.

Abstract

Air pollution is an externality whose health costs are high. In our paper we have evaluated the private cost or cost of suffering due to morbidity associated with this pollution. The contingent valuation method (CVM) has allowed us to estimate the average monthly private cost of illness for a head of household on the basis of willingness to pay (WTP) of household heads for a halving of pollution air in the city of Cotonou. The analysis of WTP using a censored Tobit model with consideration of the endogeneity of the variable "income" has allowed us to derive the average WTP that represents the private cost whose value is estimated at 1.617 FCFA / month per adult.

Keywords: Externality, air pollution, private cost, WTP, Tobit censored, Contingent Valuation.

JEL: C24, D12, I10, Q51.

1. Introduction

La pollution constitue une préoccupation majeure pour la plupart des pays du monde. La question de la pollution se trouve au centre de la théorie des externalités dont les fondements de base sont clairement posés par Pigou (1920) et reconnus par Laffont (1977). Dans un contexte de la pollution atmosphérique, les populations exposées subissent d'énormes dommages. Les effets de cette pollution sur la santé humaine constituent la préoccupation importante dans la plupart des études qui se sont penchées sur

¹ Enseignant-Chercheur à l'Université d'Abomey-Calavi du Bénin/ Chercheur au Centre d'Etudes, de Formation et de Recherche en Economie du Développement (CEFRED).

la question. Ainsi, Raffin (2009) montrait même la relation entre la santé, la qualité de l'environnement et le développement économique. Partant de la définition de la pollution de l'air selon Tattersfield (1996) ou Nejari et al (2003) : « la contamination de l'air par une ou plusieurs substances soit produites à l'état naturel, soit résultant de l'activité humaine, contamination ayant pour conséquence que l'air devient moins acceptable pour le maintien de la santé », on comprend aisément que la santé humaine est menacée. Cette situation explique le fait que les études effectuées dans la plupart des pays africains ou ailleurs dans le domaine, se concentrent plus sur les effets de la pollution de l'air (PA) sur la santé. Il est à noter que récemment Hunt (2011) réprecise effectivement que les effets de la PA vont de problèmes respiratoires non moins importants aux cas de décès par maladies cardio-pulmonaires.

Pour les économistes de l'environnement, l'attention est souvent portée sur l'évaluation des dommages dus à la pollution de l'air. Ainsi, les bénéfices ou coûts de morbidité et/ou de mortalité sont évalués à travers divers travaux (Alberini et al., 1997; Rabl, 1999 ; Chanel et al, 2000; Rozan 2000 ; Muller et Mendelsohn, 2007). En considérant les dommages liés à la morbidité due à la pollution de l'air, il est remarqué que deux composantes de coûts permettent une évaluation complète des coûts. On retrouve le coût médico-social et le coût de la souffrance ou de la gêne liée à l'état morbide. En effet, Rozan (2000) montrait que le coût de la gêne ou coût privé est aussi important que le second. Mais certains travaux ne se sont basés que sur l'évaluation du coût médico-social qui prend en compte les dépenses totales de traitement de la maladie, les pertes de revenu liées à l'incapacité due à la maladie de mener des activités génératrices de revenu, etc.

Face à la réalité de la pollution de l'air dans laquelle la ville de Cotonou se trouve, les habitants de cette dernière, subiraient des coûts sanitaires du fait de cette nuisance. L'obtention d'un niveau zéro de pollution de l'air étant quasi impossible (Rabl, 1999), les populations sont exposées aux effets néfastes de la pollution de l'air. Dans ces conditions de pollution atmosphérique, les victimes engageraient des dépenses de santé, soit pour une prévention de maladies, soit pour un traitement. Cette situation coûterait énormément à la population du point de vue sanitaire. Certaines dépenses seraient engagées pour éviter des décès prématurés. Kappos et al. (2004), faisaient remarquer que des études de court terme sur la pollution de l'air, ont démontré que les associations entre les concentrations de particules de poussières (PM) et la santé humaine, baissent pour de faibles niveaux de concentrations observés. En dehors des voies respiratoires, l'appareil cardio-vasculaire est menacé par les polluants. Pour ce faire, on assiste à une augmentation des pathologies cardio-vasculaires ou à l'aggravation de celles préexistantes. Aussi, peut-on observer d'autres symptômes hors voies respiratoires tels que les irritations oculaires, les céphalées, la fatigue etc. Récemment, Just (2011) montre que dans les pays développés, lorsqu'on s'expose à la pollution de l'air pendant la jeunesse, on observe une augmentation des allergies et de l'incidence de l'asthme. Il n'en demeure pas moins vrai que les maladies chroniques et les cancers affectant l'appareil respiratoire, apparaissent souvent dans les zones à niveau élevé de

pollution. Les effets de long terme sont plus difficiles à étudier compte tenu de la faiblesse de leur intensité. Ces divers travaux confirment donc les potentiels coûts que subissent les paisibles populations se trouvant exposées aux polluants de l'air.

Quelque soit la maladie causée par la pollution de l'air, l'individu malade souffre de cette dernière et ce en fonction de la gravité et de la durée des maux. Cette souffrance n'est pas sans avoir des conséquences en termes de coûts pour l'individu. Ce sont justement ces coûts que Rozan (2000) qualifie de coûts de la gêne ou coûts privés. Alors, quel est le niveau du coût privé dû à la pollution de l'air à Cotonou ?

L'objectif du présent papier est d'évaluer le coût privé de morbidité due à la pollution de l'air dans la ville de Cotonou au Bénin. Pour répondre à cette préoccupation, notre article est structuré de la façon suivante. Dans une deuxième section, nous abordons la revue de la littérature et présentons dans la troisième section la méthodologie suivie pour l'évaluation de ce coût. La dernière section présente les résultats et discussions.

2. Revue de la littérature

Plusieurs travaux se sont penchés sur la question de la morbidité liée à la pollution de l'air (PA). A cet effet, ils ont cherché à estimer les dommages ou coûts relatifs à la morbidité due à cette pollution. Nous mettons en lumière dans cette section un certain nombre de travaux afin d'en tirer profit pour notre évaluation dans le cas de la ville de Cotonou. Le tableau ci-après présente un certain nombre de ces travaux.

Tableau 1 : Quelques travaux empiriques sur l'évaluation de la morbidité due à la PA

Auteurs	Approches utilisées	Nature des données et/ou variables utilisées	Résultats obtenus
Gerking et Stanley (1986)	MFP	Données d'enquête sur un échantillon de 824 adultes travailleurs de St. Louis. Variables : qualité de l'air, consommation de services médicaux, prix des services médicaux, taux de salaire, caractéristiques sociodémographiques et les mesures du stock de santé.	Pour une réduction de 30% des concentrations d'ozone le CAP moyen estimé est compris entre 18,45 \$ et 24,48\$
Berger et al. (1987)	MEC	Données d'enquête sur un échantillon de 262 individus	Le CAP s'élève avec la douleur de la maladie. Ce CAP présente respectivement une valeur de 27\$ et 108\$ pour une journée de rythme (et un bénéfice économique de 6.79\$) respectivement une journée sans maux de tête (et un bénéfice de 3.45\$).
Krupnick et Portney (1991)	FDR	Données issues des études épidémiologiques et cliniques aux Etats Unis. Ces études ont collecté des informations sur les dépenses médicales et des pertes de revenu liées à la maladie.	Le bénéfice total (ou coût sanitaire) associé à une réduction de la pollution de l'air s'élève à 250 millions de dollars dans le cas des études épidémiologiques. Dans le cas des études cliniques, ce montant est de 800 millions de dollars.
Alberini et al (1997)	MEC	Données d'enquête relatives à une maladie respiratoire aiguë, sur 864 adultes en Taïwan. Variables : nature de la maladie, durée pendant laquelle les répondants ont souffert des symptômes, la sévérité de la maladie, caractéristiques sociodémographiques.	Les bénéfices en terme de valeur de la morbidité suite à d'une réduction de la pollution est d'environ 262,58 millions \$US. Le CAP pour éviter la maladie, augmente avec la durée de la maladie, le nombre de symptômes éprouvés, l'éducation et le revenu

Rabl (1999)	FDR ²	Données obtenues par le programme Erpurs et de quelques études internationales. L'étude a pris en compte les hospitalisations, les visites médicales, les arrêts de travail, les coûts de traitement et de pertes de productivité	Pour une réduction des concentrations de polluants de 10%, on économise 67 millions F/an du coût des maladies.
Chanel et al. (2000)	MEC	Données d'enquête sur la pollution de l'air en France portant sur les dépenses médicales, les pertes de revenus et des variables sociodémographiques.	Les coûts de la pollution de l'air pour la morbidité atteignent 67,8 milliards.
Rozan (2000)	MEC, MCM	Données d'enquête obtenues sur la communauté urbaine de Strasbourg en 1998 avec 1.000 individus et portant sur la morbidité bénigne. Un certain nombre de variables ont été prises en compte telles que : prix des médicaments, coûts des hospitalisations, coûts des honoraires, coûts d'arrêt de travail et d'absentéisme scolaire.	Le CAP moyen s'élève à 282 F pour l'ensemble de l'échantillon, correspondant au coût privé de la maladie. Le coût privé représente au moins 50% du coût total de la maladie. Par ailleurs le coût médico-social est évalué par pathologie (185F pour le Laryngite/adulte fragilisé).
Erpurs (2003)	FDR	Données du programme Erpurs en Ile de France sur la période 1987-2000, portant sur des indicateurs de pollution (fumées noires, particules fines, NO ₂ , O ₃ , SO ₂), le nombre de décès et d'hospitalisations par maladie.	En passant du niveau de base d'un polluant à un niveau médian, on observe des augmentations de :-1,9% des hospitalisations pour BPCO relatifs à l'ozone - 3,3% des hospitalisations dues aux maladies de l'appareil circulatoire, relatives au dioxyde d'azote - 5,1% des hospitalisations pour causes de maladies respiratoires des moins de 15 ans, en rapport avec les particules fines - 7,9% des hospitalisations pour asthme des moins de 15 ans, en rapport avec le dioxyde d'azote.
Maddison (2005)	FDR sous forme de modélisation ARMAX	Séries chronologiques journalières de Londres sur les admissions hospitalières et les polluants atmosphériques, obtenues par « Greater London » de 1992 à 1994, soit une période de 1.096 jours.	Une réduction de 1% des niveaux de PM ₁₀ entraîne une réduction significative de 0,14% dans le nombre des admissions hospitalières respiratoires.
Laïd et al. (2006)	FDR	Séries chronologiques journalières portant sur des variables sanitaires issues d'un réseau de médecins en Algérie.	Le nombre de consultations pour cause respiratoire attribuable aux PM ₁₀ s'élève à 439, soit 4,5% du total des consultations.

Source : Construction de l'auteur

De l'analyse de ce tableau, il faut remarquer que dans l'évaluation de la morbidité due à la pollution de l'air, deux principales approches dominent dans la littérature. Il s'agit de l'approche par la fonction dose-réponse et celle d'évaluation contingente. L'approche par la méthode de la fonction de production de santé (MFP) utilisée par Gerking et Stanley (1986) semble ne pas avoir autant d'application dans les travaux que les deux autres. Avec cette étude, ces auteurs ont dérivé un CAP moyen compris entre 18,45 \$ et 24,48\$, pour une réduction de 30% des concentrations d'ozone. Pour ce faire, ils ont conduit une enquête sur un échantillon de 824 adultes de St Louis. La collecte des informations sur la qualité de l'air, la consommation de services médicaux, les prix des services médicaux, le taux de salaire, les caractéristiques sociodémographiques et les mesures du stock de santé; a permis à ces auteurs de faire leur évaluation.

En ce qui concerne la méthode de la fonction dose-réponse (FDR), il faut noter que les études ayant fait usage de cette dernière (Laïd et al., 2006 ; Maddison, 2005 ; Erpurs, 2003, Rabl, 1999, Krupnick et Portney, 1991 ; etc.), se sont basées sur des séries chronologiques. Cela suppose qu'il faut disposer des données sur plusieurs années avant d'utiliser cette approche afin d'avoir des résultats pertinents. Certaines de ces études (Laïd et al.,

² FDR signifie Fonction Dose-Réponse

2006 ; Maddison, 2005) ont fait usage des données journalières. Maddison (2005) a fait son étude à Londres et porte sur les admissions hospitalières de même que les concentrations des PM_{10} alors que Laïd et al (2006) en se basant des variables sanitaires, ont pu appliquer la méthode FDR dans la ville d'Alger. Pour les évaluations de ce genre, les résultats obtenus sont en termes de nombre de cas attribuables. Par exemple Maddison (2005) trouve qu'une réduction de réduction de 1% des niveaux de PM_{10} entraîne une réduction significative de 0,14% dans le nombre des admissions hospitalières respiratoires. Dans une même optique, d'autres travaux se sont basés sur des données annuelles ou internationales (Rabl, 1999 ; Erpurs, 2003). Ces études ont tenu compte des indicateurs de pollution tels que les fumées noires, les particules fines, NO_2 , O_3 , SO_2 ainsi que les variables sanitaires et socioéconomiques. Erpurs (2003) en restant dans la même logique du nombre de cas attribuables, montre qu'une augmente de polluant d'un niveau de base à un niveau médian entraîne une augmentation d'au moins 2% des cas d'hospitalisations pour chaque type de maladie respectivement. Par contre Rabl (1999) lui trouve qu'une réduction de 10% des concentrations de polluants permet d'économiser 67 millions du coût des maladies. Ces résultats traduisent une fois encore que les maladies dues à la pollution de l'air engendrent d'importants coûts non négligeables. Que ce soit en termes de cas attribuables ou de valeur monétaire, l'évaluation par la méthode FDR donne d'importantes informations sur les coûts de morbidité liée à la pollution atmosphérique. Aussi, faut-il noter qu'une étude réalisée aux Etats Unis (Krupnick et Portney, 1991) en utilisant la même méthode, s'était appuyée sur des données épidémiologiques et celles cliniques. Les premières ont permis aux auteurs d'obtenir un bénéfice de 250 millions de dollars pour une réduction de la pollution de l'air ; puis les deuxièmes les ont conduits à un bénéfice de 800 millions de dollars.

Quant à la méthode d'évaluation contingente, elle connaît beaucoup d'applications depuis sa première application aux Etats unis par Davis (1963). Cette approche consiste à proposer un marché « contingent » aux agents, dans lequel on leur demande d'opérer un choix, ceci dans le but de connaître le CAP de l'enquêté. Ainsi, les études évoquées dans cette revue (Berger et al., 1987 ; Rozan, 2000 ; Chanel et al., 2000 ; Alberini et al., 1997) se sont appuyées sur des enquêtes de terrain. En effet, un questionnaire contingent est nécessaire dans la conduite de ces recherches. Les différentes études menées dans ce contexte prennent en compte des variables socioéconomiques, démographiques et sanitaires. Ainsi, Alberini et al. (1997) ont considéré dans leur étude les variables telles que : la nature de la maladie, la durée pendant laquelle les répondants ont souffert des symptômes, la sévérité de la maladie, les caractéristiques sociodémographiques. Au niveau de Chanel et al. (2000), en plus des variables sociodémographiques, les dépenses médicales, les pertes de revenus ont été intégrées. Contrairement aux autres auteurs, l'étude de Rozan (2000) s'est intéressée aux maladies bénignes dues à la pollution de l'air. Aussi, faut-il noter qu'elle a pris en compte les variables telles que : les prix des médicaments, les coûts d'hospitalisations, les coûts des

honoraires, les coûts d'arrêt de travail et d'absentéisme scolaire ; de même que les caractéristiques socioéconomiques des individus. Dans ces divers travaux la taille de l'échantillon utilisé n'est pas la même. Elle est de 262 chez Alberini et al., 864 chez Chanel et al., puis de 1.000 chez Rozan. Dans toutes ces études, le CAP a servi de base pour dériver le bénéfice économique ou le coût économique. Selon Berger et al., (1987), ce CAP augmente avec la douleur de la maladie et qu'il présente une valeur de 27\$ pour une journée de rythme ; puis une valeur de 108\$ pour une journée sans maux de tête. Le bénéfice économique obtenu par ces auteurs s'élève à 6.79\$ pour le cas du rythme et de 3.45\$ pour le cas sans maux de tête. Toujours en termes de bénéfice, Alberini et al. (1997) trouvent que la valeur de la morbidité suite à une réduction de la pollution est d'environ 262,58 millions \$US. Le CAP pour éviter la maladie, augmente avec la durée de la maladie, le nombre de symptômes éprouvés, l'éducation et le revenu. Par contre d'après Chanel et al. (2000), les coûts de la pollution de l'air pour la morbidité atteignent 67,8 milliards. Rozan (2000) trouve pour son étude que le CAP moyen s'élève à 282 F et correspond au coût privé de la maladie. Le coût privé qu'elle obtient représente au moins 50% du coût total de la maladie. Par ailleurs elle évalue le coût médico-social par pathologie (185F pour le Laryngite/adulte fragilisé). Il est à remarquer que dans le travail de Rozan (2000), une distinction est faite entre le coût privé (ou coût de la gêne) et le coût médico-social. Et pour ce dernier coût, elle a utilisé la méthode des coûts de la maladie (MCM).

Muller et Mendelsohn (2007), ont mesuré dans leur travail, les dommages liés aux émissions de la pollution de l'air aux Etats Unis. Les auteurs ont utilisé un modèle³ intégré d'estimation, pour calculer le dommage marginal associé à une émission d'une tonne additionnelle de pollution de presque 10.000 sources aux Etats Unis. Le dommage total produit par une source est le dommage marginal d'une émission, son prix fantôme, tant que les tonnes totales aient été émises d'une source spécifique. Les dommages totaux additionnels à travers tous les rendements des sources, produisent un montant des dommages annuels bruts, lequel est similaire à la comptabilité verte du PIB. Le dommage annuel brut en 2002 varie entre 71 milliard \$ et 277 milliard \$ (ce qui représente entre 0,7% et 2,8% du PIB). La gamme des valeurs dépend de la valeur de la santé et de la fonction concentration-réponse reliant les expositions de particules fines aux taux de mortalité adulte.

Il faut noter que les différentes variables dont les divers auteurs cités ci-dessus ont fait allusion sont pratiquement celles évoquées par Gastineau et al. (2007). De plus très peu de travaux se sont penchées sur l'évaluation spécifique du coût privé ou de la gêne, dû à la pollution de l'air.

³ Pour le développement du modèle, se reporter à Muller et Mendelsohn (2007)

3. Méthodologie d'évaluation du coût

Pour parvenir à l'évaluation du coût privé de morbidité liée à la PA, un questionnaire d'enquête a été nécessaire. Ce questionnaire détaille les variables explicatives ainsi que celle expliquée dont la valeur permet une estimation du coût de la souffrance. Il s'agit d'un questionnaire d'évaluation contingente. Avant de décrire la méthodologie de notre questionnaire, nous présentons d'abord la méthode d'échantillonnage utilisée. Par la suite nous abordons l'administration du questionnaire et les variables d'étude, de même que le modèle d'estimation.

3.1. L'échantillonnage

Il n'est pas aisé d'observer toute la population des chefs de ménages de la ville de Cotonou, qui constitue notre univers d'étude. Pour ce faire, nous avons constitué un échantillon globalement représentatif en fonction de l'objet de l'étude et des caractéristiques correspondantes de la population cible. Dans le cadre de notre thèse, nous avons procédé par sondage empirique. L'impossibilité d'avoir une base de sondage appropriée à notre étude justifie fondamentalement notre choix. Selon Ardilly (1994), il existe deux principaux types de sondages empiriques : -la méthode des quotas et – la méthode des unités types. La méthode des quotas est celle empirique la plus fréquemment utilisée. D'après Gauthy-Sinéchal et Vandercammen (2010), cette méthode repose sur le postulat ci-après : *si l'échantillon reproduit fidèlement certaines caractéristiques de la population étudiée, il sera également représentatif pour d'autres caractéristiques non contrôlables mais qui sont l'objet même de l'enquête*. Pour eux, dans cette méthode, la difficulté est de déterminer avec exactitude les variables à retenir et de trouver, dans la population, les proportions exactes d'unités présentant ces caractéristiques. Dans une logique de contrainte de précision, la taille de l'échantillon est obtenue d'une façon précise.

Avec une erreur absolue fixée à E et pour un niveau de confiance de 95%, étant donné que la taille N de la population mère est suffisamment grande, alors on adopte que la taille n de l'échantillon est approximativement égale⁴

$$\text{à : } n = \frac{1}{E^2} \text{ (Ardilly, 1994).}$$

Dans notre travail, nous fixons l'erreur absolue à 4,08% afin d'avoir une taille raisonnable d'au plus 1.000 individus (dont l'erreur absolue est de plus ou moins 3,2%). Ainsi, la taille de notre échantillon est de 600 individus.

Dans la ville de Cotonou, 74,10% des hommes sont des chefs de ménage et 25,90% sont des femmes sur une population de 426.220 d'hommes et de 436.225 de femmes en 2010 (INSAE, 2008). Le tableau ci-dessus présente les proportions des chefs de ménage par zone au Bénin et dans le département du Littoral (Cotonou).

⁴ Pour le développement voir Ardilly (1994).

Tableau 2 : Répartition des chefs de ménage par zone et dans le Littoral

Zones	Hommes	Femmes
Zone urbaine	75,4%	24,6%
Zone rurale	78,9%	21,1%
Littoral	74,1%	25,9%
Bénin	77,5%	22,5%

Source : INSAE/EDS, 2006

D'après les statistiques de l'INSAE (2008) et les données de la mairie de Cotonou sur les taxi-motos (voir annexe 1) selon lesquelles environ 47,06% des hommes supposés chefs de ménage sont conducteurs de taxi-motos ; la répartition des chefs de ménage dans l'échantillon d'étude se présente comme suit :

Tableau 3: Composition de l'échantillon d'étude

CHEFS DE MENAGE	HOMMES	FEMMES	TOTAL
CONDUCTEURS TAXI MOTOS	209	0	209
NON CONDUCTEURS TAXI MOTOS	236	155	391
TOTAL	445	155	600

Source : Construction de l'auteur

Cette structuration de la population de la ville nous paraît fondamentale du fait que les conducteurs de taxi-motos sont plus exposés à la pollution atmosphérique compte tenu de leur activité. Cet état de chose se confirme par les différents travaux de recherche réalisés sur la ville et portant sur ces conducteurs (Avocè Viagannou, 2002 ; Houéssouvi, 2008 ; Kouhadé, 2000 ; Gounongbé, 1999 etc.).

Les unités statistiques qui constituent l'échantillon ont été choisies au hasard dans huit arrondissements sur les treize que compte la ville de Cotonou. Les ménages de ces arrondissements représentent valablement la population concernée par notre étude. Il est tenu compte des proportions des ménages par arrondissement considéré, dans l'échantillon constitué selon les statistiques de l'INSAE.

Afin de comprendre le comportement de la population cible face aux effets de la pollution de l'air, un questionnaire contingent correspondant est méthodiquement élaboré.

3.2. La méthodologie du questionnaire d'enquête

Dans une approche d'évaluation par la MEC, le questionnaire est fondamental. Ainsi, notre questionnaire a été élaboré en tenant compte des principaux biais inhérents à la méthode. Ces biais mis en exergue par

Mitchell et Carson (1989) ont été synthétisés récemment par Bontems et Rotillon (2007). Il s'agit notamment du biais stratégique, des biais liés à l'administration du questionnaire, du biais hypothétique et de l'effet d'inclusion. Un effort de minimisation des différents biais a été fait.

D'abord, dans les questions posées, les recommandations de N.O.A.A Pannel, ont été suivies. Ainsi, les questions pour la plupart sont fermées et suivies par endroit de quelques questions ouvertes. De même, le scénario décrit est compréhensible par la population, qui est bien familiarisée au problème de la pollution atmosphérique. Pour l'évaluation du coût de la souffrance liée à l'état morbide des individus, la partie du questionnaire, qui prend en compte cet aspect est décomposée en trois sous parties. La première sous partie est relative à des caractéristiques du répondant (sexe, âge, niveau d'instruction, catégorie socioprofessionnelle, situation matrimoniale). La deuxième sous partie regroupe d'une part, les questions liées aux effets morbides et celles mettant en lumière la perception qu'ont les ménages de la PA ; et d'autre part les questions relatives à la révélation du CAP en fonction de la gêne ressentie par le répondant. Concernant ce volet sur le CAP, le scénario décrit se présente dans l'encadré 1 ci-dessous. Quelque soit le choix fait par le répondant selon le scénario, une question supplémentaire lui est posée sur son CAP maximal. La troisième sous partie fait cas d'autres caractéristiques du répondant (revenu mensuel, être fumeur, sources d'énergie utilisées, quelques dépenses du ménage).

Ensuite, le questionnaire a bénéficié des observations enrichissantes d'une spécialiste économiste démographe du Centre de Formation et de Recherche en matière de Population (CEFOP) et des statisticiens de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE). Les contributions des collègues spécialistes de l'économie de la santé et de l'économie de l'environnement n'en demeurent pas moins enrichissantes. Il faut noter que le questionnaire a été lu et corrigé par le spécialiste des questions d'enquêtes de terrain, Bernard Lacombe⁵. D'après les approches méthodologiques de pratique de terrain dont nous nous sommes inspirées dans Lacombe (1997), notre questionnaire a connu une amélioration. Après la prise en compte des différentes observations, le questionnaire définitif retenu, a servi à la formation des agents enquêteurs recrutés pour la circonstance.

⁵ Bernard Lacombe est un anthropologue spécialiste des questions d'enquêtes de terrain, que nous avons eu la chance de rencontrer en personne lors de son passage au CEFRED à Cotonou en 2010, dans le cadre d'un séminaire sur la rédaction d'ouvrages scientifiques.

Encadré : Scénario contingent relatif à la morbidité

Tout le monde a droit de respirer de l'air pur. Or il a été démontré qu'il y a une relation entre la pollution de l'air et l'occurrence des maladies énumérées telles que : la toux, les maux de tête, les maladies respiratoires, les maladies cardiaques, les maux d'yeux, l'asthme etc. Le risque de revivre ces maladies peut être réduit grâce à un vaste programme de lutte contre la dégradation de la qualité de l'air. Ceci permettra d'améliorer et de préserver la santé de la population.

Nous vous proposons deux cas :

Cas 1 : *La qualité de l'air à Cotonou se dégrade. Dans ce cas votre état de santé se dégrade à cause des maladies liées à la pollution de l'air, puis vous êtes sans réaction en ne supportant aucun coût financier ; mais la qualité de l'air ne s'améliore pas.*

Cas 2 : *Vous acceptez de contribuer au financement d'un programme d'amélioration de la qualité de l'air. Ici vous supportez un coût financier mais l'occurrence de certaines maladies va s'atténuer et votre état de santé va s'améliorer également.*

Lequel des deux cas préférez vous ?

Si choix = Cas 2,

Nous vous présentons le scénario suivant :

Une bonne partie des maladies dont vous avez souffert est due à la pollution de l'air. Si la pollution était réduite de moitié, sur un horizon de 5 ans, les risques de souffrir des maux directement liés à la pollution seront réduits de moitié également.

*Serez-vous prêt à payer au moins par mois durant les 5 ans que durera le projet (**montrer la carte de paiement**): 500Fcfa, 1.000Fcfa, 1.500Fcfa, 2.000Fcfa, 2.500Fcfa, 3.000Fcfa, 3.500Fcfa, 4.000Fcfa, 4.500Fcfa, 5.000Fcfa, 5.500Fcfa, 6.000Fcfa ?*

Si choix =Cas 1, *quelles sont les raisons de votre choix ?*

Enfin, une formation a été donnée aux agents enquêteurs recrutés à cet effet. Cette formation a eu lieu le 28 Août 2010 au Centre d'Etudes, de Formation et de Recherche en Développement (CEFRED) à Cotonou. A l'issue de cette formation, un pré-test a été fait pour s'assurer de la compréhension des questions posées, par la population. Ce test a porté sur quinze répondants dont 08 femmes et 07 hommes. Les différents rapports de fin d'interview issus du pré-test ont prouvé que les répondants vivent réellement le phénomène de la pollution de l'air à travers les nuisances qu'elle crée. Ces rapports nous ont permis de donner des précisions sur la manière dont certaines questions doivent être abordées lors de l'administration du questionnaire définitivement retenu.

3.3. L'administration du questionnaire et la base de données

Le questionnaire décrit ci-haut a été administré du 31 Août au 04 Octobre 2010 dans les arrondissements 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11 et 12 sur le total de treize que compte la ville. Les agents enquêteurs, préalablement formés, sont allés dans chaque arrondissement concerné par binôme. Chaque équipe est composée d'un titulaire de DEA/NPTCI⁶ qui en est le chef et d'un membre de niveau BAC + 2 ou BAC + 3. Tous les chefs d'équipe sont des hommes et les membres sont des femmes. Le choix des chefs d'équipe de cette qualification a été fait compte tenu de la spécificité du questionnaire contingent et de leurs connaissances non moins importantes des questions de terrain à Cotonou. Tout ceci nous permet de minimiser le taux de non réponse et le risque de questionnaires mal remplis.

Pendant tout le temps de cette administration du questionnaire, nous avons essayé d'apporter des solutions aux quelques difficultés mineurs rencontrées par les équipes, soit par téléphone ou au moment de la centralisation des questionnaires du jour. Les problèmes rencontrés par les équipes sur le terrain ne sont pas de grande importance compte tenu des instructions reçues par celles-ci à l'issue du pré-test. La seule difficulté sérieuse rencontrée est celle de retrouver des chefs de ménage femmes dans chaque zone. Or, la stratégie d'administration du questionnaire mise en place à faciliter la résolution de ce problème. Ainsi, le chef d'équipe s'informe pour avoir ces répondants au fur et mesure que l'équipe parcourt sa zone.

Il est à noter que le choix des enquêtés (chefs de ménage) a été fait de façon aléatoire dans chaque zone, en partant du chef lieu d'arrondissement tout en prenant en compte la répartition des chefs de ménage par arrondissement dans ladite ville.

Lors du déroulement de l'enquête, le masque de saisie des données a été appêté. Pour ce faire, nous avons reçu l'aide d'un statisticien spécialiste. Ce travail est fait avec le Logiciel CSPro. Une fois l'enquête terminée, nous sommes passés au dépouillement et à la saisie des données. Nous avons recruté deux agents pour la saisie qui ont reçu une initiation à l'usage du Logiciel CSPro. Des deux agents, l'un a été chef d'équipe pendant la phase de terrain ; et l'autre (une femme) a reçu des explications sur le questionnaire. Nous rappelons que ces deux agents qui nous ont aidés dans cette tâche, sont des titulaires de DEA en économie. La saisie des données n'a pas pris en compte les questionnaires qui posent un peu problème, c'est-à-dire soit mal remplis, soit des incohérences sont notées. Ceci a conduit à un nombre donné de questionnaires saisis. Ainsi, les répondants inscrits dans la base de données se présentent comme suit, selon l'examen sur la variable sexe:

⁶ Diplôme d'Etudes Approfondies/Nouveau Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire.

Tableau 4 : Répartition des répondants selon le sexe

Modalités	Nombre	Pourcentage
Femmes	146	25%
Hommes	438	75%
Total	584	100%

Source: Résultats d'enquête

Il ressort de l'analyse de ce résultat sur la variable sexe, que sur les 600 questionnaires, 584 sont réellement traités. Sur ces 584 individus enregistrés; 438 répondants sont des hommes (75 %) et 146 sont des femmes (25%). Par rapport aux prévisions qui étaient de 445 hommes et 155 femmes ; ces résultats sont globalement satisfaisants car ils corroborent avec la répartition des chefs de ménage dans la ville de Cotonou. Ainsi, la taille de l'échantillon pris en compte dans les analyses de nos données est de 584.

La vérification de la base de données ainsi obtenue, a été faite pour corriger les éventuelles erreurs de saisie. Les données de la base sont traitées fondamentalement à l'aide du Logiciel STATA. Nombreuses variables de la base permettent l'estimation du coût de morbidité. Une description de ces variables est nécessaire.

3.4. La description des variables

Les principales variables utiles à l'estimation du CAP moyen représentant le coût de la gêne sont les variables socio-économétriques des répondants. Nous avons considéré les variables suivantes :

- le sexe (sex) qui est une variable qualitative dichotomique. Elle ne prend que deux modalités (1 = Masculin et 0 = Féminin).
- l'âge (age) qui est une variable continue. Ses modalités dépendent de l'âge révolu du répondant exprimé en année. Elle peut être transformée en intervalles de classes si les tranches d'âge sont considérées.
- l'âge au carré (agecar) ; c'est une variable qui prend en compte l'effet non linéaire de l'âge.
- la durée d'habitation (durhabit) ; est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si la durée est d'au moins un an et 0 dans le cas contraire.
- le temps d'habitation (tempshabit) qui est une variable continue relatant le nombre d'années passé par le répondant dans la ville de Cotonou.
- la profession (profession) ; c'est une variable qualitative qui retrace les catégories socioprofessionnelles des répondants
- le niveau d'étude (nivetude) qui est une variable qualitative. Elle prend quatre modalités (primaire, secondaire, supérieur, aucun).
- le revenu mensuel du répondant (tranchrev) ; c'est une variable quantitative continue. Les revenus sont regroupés par tranches
- l'état de santé il y a deux mois (etatsante) est une variable qualitative dichotomique qui prend la valeur 1 si le répondant a souffert d'une maladie gênante deux mois avant l'enquête, et la valeur 0 sinon.

-le consentement à payer mensuel (capmois) qui est une variable quantitative discrète prenant des valeurs figurant sur la carte de paiement.

-la situation matrimoniale du répondant (situamtrim) qui est une variable qualitative avec quatre modalités (célibataire, marié, divorcé et veuf).

-la visite à un médecin (visitmedic) qui est une variable dichotomique prenant la valeur 1 si le répondant rend visite à un médecin et 0 sinon.

-le répondant fumeur (fumeur) ; c'est une variable qualitative dichotomique qui prend la valeur 1 si l'individu fume la cigarette et 0 sinon.

-le déménagement du répondant (projdemenagpoll) est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 lorsque l'individu a un projet de déménager pour cause de pollution de l'air et 0 dans le cas contraire.

Les différents effets attendus des variables explicatives de la variable expliquée capmois, sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 5 : Les variables explicatives et effets attendus

Variables	Effets attendus
Sex	+/-
Age	+/-
Profession	+/-
tempshabit, durhabit	+
Tranchrev	+
Nivetude	+/-
Situamtrim	+/-
Visitmedic	+
Fumeur	+
Etatsante	+
projdemenagpoll	-

Source : Construction de l'auteur

Dans le cadre de l'évaluation du coût de la souffrance, il est normal de comprendre comment les variables se présentent-elles. Une description de ces variables, après l'enquête de terrain, est nécessaire.

3.5. Le modèle d'estimation du coût privé de morbidité.

Eu égard à ce qui précède, la variable dépendante CAP traduisant le consentement à payer des individus, contient des zéros valides. Ses valeurs sont comprises dans l'intervalle [0, 6.000[. Les valeurs de cet intervalle de la variable dépendante sont supérieures ou égales à zéro. Il est possible de faire recours à un modèle Tobit censuré. Ce modèle est utilisé lorsqu'on se trouve dans une situation où la variable dépendante prend zéro pour un nombre important d'observations (Greene, 2005 ; Kobou et al, 2009). L'utilisation d'un modèle Tobit censuré se justifie, pour expliquer le CAP des individus. Pour certains auteurs (N'Guessan, 2008 ; Liu et Relly, 2004),

le choix du modèle économétrique dépend de l'hypothèse retenue dans le processus d'annonce du CAP. Ainsi, selon eux on peut utiliser la procédure en deux étapes de Heckman (1979) ou un Tobit censuré simple. Dans notre travail, nous retenons le Tobit censuré.

Pour faire l'analyse d'une distribution censurée, la formulation du modèle est faite en utilisant une variable latente. Ainsi, si CAP_i représente le CAP d'un individu i , le modèle peut s'écrire :

$$\begin{cases} CAP_i = X_i\beta + \varepsilon_i \\ Avec \begin{cases} CAP_i = CAP_i^* & si \ CAP_i^* > 0 \\ CAP_i = 0 & si \ non \end{cases} \end{cases} \quad [M \ 1]$$

Dans cette spécification, X_i est le vecteur des variables explicatives décrites à la sous section 3.4 ; β représente le vecteur des paramètres à estimer et CAP_i^* est la variable latente. Les erreurs sont supposés normalement distribués. L'estimation dudit modèle passe par la méthode du maximum de vraisemblance. Ainsi, la log-vraisemblance pour le modèle Tobit censuré s'écrit :

$$\ln L = \sum_{CAP_i=0} \ln \left[1 - \Phi \left(\frac{X_i\beta}{\sigma} \right) \right] + \sum_{CAP_i>0} -\frac{1}{2} \left[\log(2\pi) + \ln \sigma^2 + \frac{(CAP_i - X_i\beta)^2}{\sigma^2} \right] \quad [M \ 2]$$

Dans cette égalité, σ désigne l'écart-type. La maximisation de cette log-vraisemblance [M 2] permet d'estimer les paramètres du modèle [M 1]. Les variables explicatives du modèle méritent d'être examinées afin de prendre en compte un certain nombre de biais notamment le biais d'endogénéité.

Généralement en microéconométrie, l'endogénéité constitue une préoccupation non moins importante. En réalité, elle est centrale à la microéconométrie. Pour Lollivier (2001), l'endogénéité peut conduire à des biais importants dans l'estimation des comportements. Ce problème d'endogénéité apparaît lorsqu'il y a corrélation entre les variables explicatives et le terme d'erreur. Les sources habituelles de ce problème sont : l'omission des variables, les erreurs de mesure et la simultanéité. En présence d'endogénéité, la principale difficulté est celle du choix des instruments à utiliser pour sa correction.

En fonction des variables explicatives que nous avons retenues pour l'explication du CAP, la variable « revenu » est soupçonnée d'endogène car elle semble être corrélée avec un certain nombre d'autres variables explicatives. Pour ce faire un test d'endogénéité est nécessaire. Mais d'après les caractéristiques sur la variable revenu, les tranches de revenus ont été prises en compte conformément au questionnaire. L'utilisation de cette variable dans le modèle économétrique étant délicate, nous avons d'abord généré une autre variable revenu (**rev**) représentant les centres des différentes tranches de revenus (autrement le revenu moyen par tranche).

L'examen de cette nouvelle variable se trouve en annexe 5.2. Ainsi, nous disposons d'une variable revenu continue avec laquelle nous avons fait le test d'endogénéité dont les résultats sont présentés en annexe 5.3. Pour ce test, nous avons régressé à l'aide d'un MCO, la variable revenu (rev) sur un certain nombre de régresseurs et récupéré les résidus qui constituent la variable « Residu ». Cette dernière est introduite comme variable explicative dans le modèle Tobit censuré à la place de la variable « rev ». De l'analyse des résultats du test d'endogénéité, il ressort que la variable revenu est bien endogène.

4. Résultats et discussions

Généralement en microéconométrie, l'endogénéité constitue une préoccupation non moins importante. En réalité, elle est centrale à la microéconométrie. Pour Lollivier (2001), l'endogénéité peut conduire à des biais importants dans l'estimation des comportements. Ce problème d'endogénéité apparaît lorsqu'il y a corrélation entre les variables explicatives et le terme d'erreur. Les sources habituelles de ce problème sont : l'omission des variables, les erreurs de mesure et la simultanéité. En présence d'endogénéité, la principale difficulté est celle du choix des instruments à utiliser pour sa correction.

En fonction des variables explicatives que nous avons retenues pour l'explication du CAP, la variable « revenu » est soupçonnée d'endogène car elle semble être corrélée avec un certain nombre d'autres variables explicatives. Pour ce faire un test d'endogénéité est nécessaire. Mais d'après les caractéristiques sur la variable revenu, les tranches de revenus ont été prises en compte conformément au questionnaire. L'utilisation de cette variable dans le modèle économétrique étant délicate, nous avons d'abord généré une autre variable revenu (**rev**) représentant les centres des différentes tranches de revenus (autrement le revenu moyen par tranche). Ainsi, nous disposons d'une variable revenu continue avec laquelle nous avons fait le test d'endogénéité. Pour ce test, nous avons régressé à l'aide d'un MCO, la variable revenu (rev) sur un certain nombre de régresseurs et récupéré les résidus qui constituent la variable « Residu ». Cette dernière est introduite comme variable explicative dans le modèle Tobit censuré à la place de la variable « rev ». De l'analyse des résultats du test d'endogénéité, il ressort que la variable revenu est bien endogène.

4.1. Les déterminants du CAP mensuel

La prise en compte de l'endogénéité nous amène à estimer le modèle [M1.2] sous STATA 10, par un Tobit avec variable endogène. Cette estimation permet d'identifier les variables déterminantes du CAP. Les résultats de cette estimation issus du logiciel STATA 10 (annexe 5.4), se résument dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Variables déterminantes du CAP

Variabes	Coefficients	Ecart-types
rev	0,038875***	0,0050
age	-35,74973***	35,1614
agecar	0,253972**	0,3916
fumeur	356,1625	182,3019
sex	-355,7461***	150,4029
projdemenagpoll	133,4575**	122,3881
tempshabit	-0,6899899**	4,9302
constant	-113,2624	684,2152

<p>Nombre d'observations: 584 Nombre d'observations censures à gauche: 68 Nombre d'observations non censurées : 516 Nombre d'observations censurées à droite : 0 Wald chi2(7) : 84,57 Prob > chi2 : 0,0000</p> <p>Test d'exogénéité de Wald : chi2(1) : 23,52 ; Prob >chi2 :0,0000</p>		
---	--	--

Note : Variable dépendante : capmois *** significatif à 1% ; **significatif à 5%

Source : Estimation du Tobit censuré

Il ressort de ce tableau que le modèle estimé est globalement significatif au seuil de 1%, car [Prob > Chi2] < 0,01. Pour ce qui est de la significativité des variables explicatives, il est nécessaire de faire des tests d'hypothèses sur chacune d'elle.

Tests d'hypothèses

Après l'estimation du modèle Tobit censuré, il est normal de tester la significativité des coefficients obtenus. Pour se faire, nous avons effectué un

test de Wald. Ce test nous permet de voir si chaque coefficient est significativement différent de zéro. Les résultats de ce test nous permettent d'avoir le tableau ci-dessous qui en présente un résumé.

Tableau 7 : Résumé des résultats des tests de Wald

Variabes	Chi2 (ddl)	Prob > Chi2
rev	60,65 (1)	0,0000
age	9,50 (2)	0,0087
agecar	6,47 (2)	0,0394
fumeur	3,84 (2)	0,1465
sex	12,42 (2)	0,0020
projdemenagpoll	6,34 (2)	0,0420
tempshabit	7,88 (2)	0,0194

Source : Extrait de nos estimations.

Au regard de ces résultats, l'effet de chacune des variables revenu, âge et sexe ; est significativement non nul avec un seuil de 1% ($[Prob > Chi2] < 0,01$). Les variables traduisant l'âge carré, le projet de déménagement pour cause de pollution et le temps d'habitation dans la ville de Cotonou ; ont également un effet significatif non nul dans l'explication du CAP mensuel, avec un seuil de significativité 5% ($[Prob > Chi2] < 0,05$).

4.2. Analyse des résultats et discussions

Les résultats d'estimation méritent d'être interprétés et les effets marginaux sont nécessaires pour approfondir les interprétations afin de bien conduire nos discussions.

Interprétation des coefficients

Il s'agit pour nous d'interpréter les coefficients des variables significatives après l'estimation du modèle Tobit censuré. Ainsi, d'après le tableau 3.5 qui résume les résultats de cette estimation, certaines variables ont des coefficients positifs tandis que d'autres en ont de négatifs. Les variables significatives telles que le revenu (rev), l'âge au carré (agecar) et le projet de déménagement pour cause de pollution (projdemenagpoll), ont des coefficients positifs. Cela suppose que lorsque le revenu de l'individu s'accroît, son CAP mensuel pour une réduction de la pollution de moitié par rapport à la situation actuelle, connaît une augmentation. Ce résultat confirme nos attentes, ce qui corrobore avec la théorie économique sur les dispositions à payer des agents économiques. Donc, dans un concept d'amélioration du revenu des individus de la population, leur consentement à payer pour une amélioration de la qualité de l'air augmentera.

La positivité du coefficient de l'âge au carré traduit l'effet non linéaire de l'âge (car la variable âge même a un coefficient négatif). Alors, nous pourrions dire du fait du coefficient négatif de l'âge que le CAP décroît en

fonction de l'âge jusqu'à un seuil (ici il correspond à 70 ans environ)⁷ et croît après ce dernier. Ce comportement peut trouver son explication dans le fait que l'individu a un CAP élevé dans sa jeunesse compte tenu de son revenu à cette époque, puis dès qu'il vieillit son revenu diminuant entraîne une diminution de son CAP jusqu'à un niveau donné. A partir de 70 ans l'individu cherche à investir plus pour sa santé tout en réduisant la consommation de certains biens tels que les loisirs. Ainsi, le CAP de cet individu connaît une augmentation car son objectif est l'amélioration de la qualité de l'air qui a un impact sur la santé humaine.

Le coefficient positif de la variable « *projdemenagpoll* » traduit une augmentation du CAP lorsque l'individu choisit de déménager de Cotonou pour cause de la pollution de l'air ; ce qui n'a pas confirmé nos attentes. Cela suppose que cet individu accorde un poids non moins important à la qualité de l'air pour sa santé. Donc, l'amélioration de la qualité de l'air dans la ville tant qu'il y vit, serait la bienvenue. Par conséquent, sa contribution pour une telle initiative serait consistante. Ainsi, il semble raisonnable qu'un individu qui prend la décision de quitter la ville à cause de la pollution, ait un CAP élevé.

Les variables relatives au sexe et au temps d'habitation dans la ville, ont des coefficients négatifs. On pourra dire que lorsqu'un individu est un homme, son CAP est faible par rapport à celui d'une femme. Alors, les femmes seraient plus sensibles à la pollution de l'air que les hommes. Aussi, peut-on dire que l'individu qui vit longtemps dans la ville fait diminuer son CAP. Cela peut se comprendre par le fait que l'individu, en vivant longtemps à Cotonou, semble ignorer les effets de la pollution de l'air sur sa santé. Ceci justifierait la diminution du CAP dans le cas où l'individu habite la ville pendant une longue durée.

Effets marginaux

La dérivation du CAP moyen mensuel et les magnitudes des variables explicatives nous amène à examiner les effets marginaux. Le tableau ci-dessous résume ces informations par rapport aux variables significatives:

Tableau 8 : Effets marginaux relatifs au Tobit censuré

	Rev	age	agecar	Sex	projdemenagpoll	tempshabit
dy/dx	0,02229 (0,0029)*	-20,4982 (20,166)	0,2540 (0,3916)	-210,7242 (92,11)	76,8466 (70,786)	-0,3956 (2,8269)
CAP moyen	1.617 Fcfa					

*Les valeurs entre parenthèses sont les écart-types ; $y = E(\text{capmois} | \text{capmois} > 0)$

Source : Extrait des résultats d'estimation.

Il ressort de l'analyse de ces résultats que le CAP moyen d'un individu par mois est de 1.617 Fcfa. Cela suppose que pour réduire de moitié la pollution atmosphérique par rapport à son niveau actuel, afin de réduire les souffrances dues à la maladie de 50%, un individu est prêt à contribuer en moyenne à hauteur de 1.617 Fcfa par mois. Les individus de notre étude étant les chefs de ménage, on pourra dire que chaque ménage à un CAP

⁷ Pour trouver ce seuil, nous avons dérivé l'équation du CAP estimé par rapport à l'âge et tiré l'âge en posant la dérivée égale à zéro.

moyen d'environ 1.617 Fcfa par mois pour participer à un programme de réduction de 50% de la pollution de l'air à Cotonou. Ce montant représente en moyenne le coût de la gêne qu'endure un répondant dès qu'il déclare avoir souffert de l'une des maladies évoquées conformément au questionnaire.

Les différentes variables explicatives significatives ont des effets sur le CAP mensuel avec une magnitude donnée. Ainsi, lorsque le revenu du ménage augmente d'une unité, le CAP moyen augmente de 2,23%. On constate que le CAP est lié positivement au revenu de l'individu ; ce qui corrobore avec la théorie économique. L'augmentation de l'âge d'un an fait baisser le CAP moyen d'environ 20,5 Fcfa jusqu'à ce que l'individu n'atteigne 70 ans ; à partir de cet âge l'augmentation d'une unité au carré de l'âge entraîne une augmentation du CAP moyen de 25,4%. Concernant la variable sexe, nous pourrions dire que l'écart entre le CAP moyen d'un homme et celui d'une femme est d'environ 210,72 Fcfa. Autrement dit, le CAP moyen d'une femme dépasse celui d'un homme de 210,72 Fcfa. Un individu qui projette déménager, a un CAP moyen supérieur à celui d'un individu qui ne déménage pas, de 76,85 Fcfa. Enfin, lorsque le temps d'habitation dans la ville de Cotonou d'un individu augmente d'une année, le CAP moyen baisse d'environ 40%.

En définitive, les variables déterminantes du consentement à payer des individus sont identifiées puis le coût de la souffrance liée à la maladie est dérivé et est d'environ **1.617 Fcfa/mois** par chef de ménage. Donc, pour que les individus réduisent leur risque de souffrir des maux dont ils ont fait allusion, ils sont prêts à contribuer pour 1.617 Fcfa/mois afin que la pollution de l'air soit réduite de moitié. Ce montant représente en moyenne le coût de la gêne due aux maladies liées à la pollution de l'air. Cela suppose que la contribution annuelle de la population à un programme de lutte contre la pollution de l'air vaut 19.404 Fcfa par individu. En comparant ce coût annuel de la gêne obtenu dans notre travail à celui que Rozan (2000) a eu, on constate que le résultat de cet auteur (282 F soit 28.200 Fcfa) est légèrement supérieur de 8.796 Fcfa au notre. Cela peut se justifier du fait que les situations dans lesquelles les différentes études ont été réalisées ne sont pas identiques en tout point. Le montant trouvé dans notre travail ici n'est donc pas exagéré, vu les autres travaux. Par exemple Gerking et Stanley (1986) ont calculé le CAP pour une réduction donnée de la pollution et ont abouti à un CAP moyen annuel compris entre 18,45\$ et 24,48\$ soit entre 10.148 Fcfa et 13.464 Fcfa. La relative faiblesse de ces montants par rapport à notre cas et au cas de Rozan peut s'expliquer par exemple par le pourcentage de réduction (30%) des concentrations moyennes d'ozone proposé par l'étude de Gerking et Stanley.

5. Références bibliographiques

- Alberini, A., M. Cropper, T-T. Fu, A. Krupnick, J-T. Liu, D. Shaw and W. Harrington (1997), “Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 34, 107-126.
- Ardilly, P. (1994), *Les techniques de sondages*, Editions Technip-Paris.
- Avocè Viagannou, F. (2002), *La régulation de la pollution d’origine motocycle : Cas des taxis-moto « zémidjans » dans la ville de Cotonou*, Mémoire de DEA PTCI, Université Cocody-Abidjan.
- Berger, M. C., G.C. Blomquist, D. Kenkek, and G.S. Tolley (1987), « Valuing Changes in Health Risks: a Comparison of Alternative Measures », *Southern Economic Journal*, 53, 967-984.
- Bontems, P. et G. Rotillon (2007), *L’économie de l’environnement*, 3è Edition, Collection Repères, Ed. La Découverte.
- Chanel, O., S. Masson, P. Scapecchi et J.-C. Vergnaud (2000), « Pollution et santé : Evaluation monétaire et effets de long terme », *Revue Région et Développement*, 12-2000.
- Davis, R.K. (1963), *The Value of Outdoor Recreation: an Economic Study of the Maine Woods*, Unpublished Ph.D. dissertation, Harvard University, Cambridge, MA.
- Erpurs (2003), « Evaluation des Risques de la Pollution Urbaine sur la Santé », Observatoire Régional de Santé d’Ile-de-France (ORS), www.ors-idf.org
- Gastineau, P., D. Manière et G. Rotillon (2007), « Une méta-analyse de l’évaluation économique des dommages sanitaires attribués à la pollution atmosphérique », *L’Actualité économique*, vol. 83, n°1, p. 5-36.
- Gauthy-Sinéchal, M. et M. Vandercammen (2010), *Etudes de marchés : Méthodes et outils*, 3è Edition, De Boeck, 462 p.
- Gerking, S. and L.R. Stanley (1986), « An Economic Analysis of Air Pollution and Health: the case of St Louis”, *Review of Economics and Statistics*, 68, 115-121.
- Gounongbé, F.C.A. (1999), *Pollution atmosphérique par les gaz d’échappement et état de santé des conducteurs de taxi-moto « zémidjan » de Cotonou (Bénin)*. Thèse en médecine, Bénin FSS.
- Greene, W. (2005), *Econométrie*, Pearson Education France, Ed Française, 943 p.
- Heckman, J. J. (1979), « Sample Selection Bias as a Specification Error », *Econometrica*, Vol 47, No 1, January.
- Houéssouvi, J.M.M. (2008), *Dépistage des affections naso-sinusiennes de la face par la radiographie chez les conducteurs de taxi-moto (zémidjan) à Cotonou*. Mémoire de fin de formation pour le DIT, EPAC/UAC.
- Hunt, A. (2011), “Policy Interventions to Address Health Impacts

Associated with Air pollution, Unsafe Water Supply and Sanitation, and Hazardous Chemicals”, *OECD Environment Working Papers*, No.35, OECD Publishing.

- INSAE (2008), *Projections Départementales 2002-2030*, MPDEAP, Bénin.
- Just, J. (2011), « Impact de pollution sur l’asthme de la petite enfance », *Revue Française d’Allergologie*, vol. 51, 3, pp. 144-147.
- Kappos, A.D., P. Bruckmann, T. Eikmann, N. Englert, U. Heinrich, P. Höpfe, E. Koch, G.H.M. Krause, W.G. Kreyling, K. Rauchfuss, P. Rombout, V. Schulz-Klemp, W.R. Thiel and H.-E. Wichmann (2004), « Health effects of particles in ambient air », *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 207, 399-407.
- Kouchadé, V. (2000), *Evaluation de l’exposition des conducteurs de taxi-moto de Cotonou au monoxyde de carbone (CO)*. Thèse médecine, Bénin FSS.
- Krupnick, A.J. and P.R. Portney (1991), « Controlling Urban Air Pollution: a benefit-cost assessment », *Science*, 52, 522-527.
- Kobou, G., H. Ngoa Tabi et S. Mounbou (2009), « L’efficacité du financement des micro et petites entreprises dans la lutte contre la pauvreté au Cameroun », *11^e Journées Scientifiques du Réseau Entrepreneuriat*, INRPME, Canada.
- Lacombe, B. (1997), *Pratique du terrain: Méthodologie et technique d’enquête*, Lille, 1998, 850 pages.
- Laffont, J.J. (1977), *Effets externes et théorie économique*, Monographie du Séminaire d’économétrie, Editions du CNRS, Paris.
- Laïd, Y., M. Atek, R. Oudjehane, L. Filleul, L. Baough, N. Zidouni, M. Boughedaoui, et J-F. Tessier (2006), « Impact sanitaire de la pollution de l’air par les PM10 dans une ville du Sud : le cas d’Alger », *Int. J. Tuberc Lung Dis*, 10 (12), 1406-1411.
- Lollivier, S. (2001), « Endogénéité d’une variable explicative dichotomique dans le cadre d’un modèle probit bivarié : Une application au lien entre fécondité et activité féminine », *Annales d’Economie et de Statistique*, N°62, 251-269.
- Maddison, D. (2005), « Air pollution and hospital admissions an ARMAX modelling approach », *Journal of Environmental Economics and Management*, 49, 116-131.
- Mitchell, R.C. and R.T. Carson (1989), *Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent valuation Method*, Resources for the Future, Washington D.C.
- Muller, N. Z., and R. Mendelsohn (2007), « Measuring the damages of air pollution in the United States », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 54, 1-14.
- Nejjari, C., Filleul L., Laid Y., Atek M., El Meziane A., Tessier J.F. (2003), « Air Pollution: a new respiratory risk for cities in low-income countries », *Int. J. Tuberc. Lung. Dis* 7(3):223-231.
- N’Guessan, C.F.J. (2008), « Le consentement des ménages ruraux à payer

- une prime d'assurance maladie en Côte d'Ivoire, *Revue d'économie du développement*, 22, 101-124.
- Pigou, A.C. (1920), *Economics of Welfare*, 4th edition, Macmillan, London, 1932,
<http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW.html>,
consultation du 20 Novembre 2009.
- Rabl, A. (1999), « Les bénéfices monétaires d'une amélioration de la qualité de l'air en Ile-de-France », *Pollution Atmosphérique*, Janvier-Mars, p.83-94.
- Raffin, N. (2009), « Santé, qualité environnementale et développement économique », *Revue économique*, vol.60, N°3, p.831-842.
- Rozan, A. (2000), « Bénéfices de santé liés à la qualité de l'environnement : Peut-on négliger les coûts privés ? », *Revue Economique*, 51, 595-608.
- Tattersfield, A E. (1996), « Air Pollution: brown skies research », *Thorax*, 51, 13-22.