

Alfred B. K. DOSSA

*Ministère de l'Economie et des Finances et Université
d'Abomey-Calavi (UAC). E-mail: dossa.alfred@yahoo.fr*

Evaluation contingente de la demande d'assainissement en milieu rural au Bénin

Résumé : Au Bénin, 90 % des ménages en milieu rural ne dispose pas de latrines. Les mauvaises conditions d'assainissement amènent souvent des millions de personnes à contracter des maladies à transmission fécale. Une enquête-ménage dans la commune de Lokossa au Bénin a permis d'analyser les déterminants de l'adoption des latrines écologiques (« Ecosan ») afin de déterminer la demande en assainissement des ménages. Pour y parvenir, la méthode d'évaluation contingente a permis d'obtenir le consentement à payer (CAP) des ménages bénéficiaires. Le montant du CAP moyen est estimé à l'aide du modèle probit. Ensuite le modèle tobit est testé par la méthode à deux étapes de Heckman pour contrôler le biais de sélection de 368 ménages. Les résultats de la régression économétrique donnent un montant du CAP moyen de 552 FCFA/mois/ménage, pour un montant du CAP total (MCAPT) estimé à 94 196 413 FCFA/an. Ce MCAPT, permet à la Mairie de Lokossa d'amortir le coût de 314 latrines « Ecosan » par an.

Mots-clés : Consentement à payer, demande, assainissement, sélection, Latrines Ecosan, Lokossa

Contingent valuation of the demand of sanitation in rural areas in Benin

Abstract: In Benin, 90 % of the households in rural areas does not have latrines. The bad conditions of sanitation often bring millions of people to contract diseases with fecal transmission. A survey-household in the municipality of Lokossa in Benin allowed to analyze the determinants of the adoption of the ecological latrines ("Ecosan") to determine the demand in sanitation of the households. We use the contingent valuation method to obtain the willingness to pay (WTP) for beneficiaries' households. The amount of the average of WTP is estimated via a probit model. Then the tobit model is tested by Heckman two steps to control the selection bias of 368 households. The results of econometric regression give an average amount of WTP equal to FCFA 552 per month and by household, for an amount of the total WTP estimated at 94 196 413 FCFA/year. This amount, allows the City hall of Lokossa to pay off the cost of 314 latrines " Ecosan " per year.

Keywords: Willingness to pay, demand, sanitation, selection, Latrines Ecosan, Lokossa
J.E.L. Classification: H75- H31- Q51- D62.

1. Introduction

L'assainissement tient une place importante dans le maintien de l'équilibre et le bien-être de l'homme, principalement sa santé. Cependant, depuis de nombreuses années, l'assainissement reste l'un des problèmes les plus inextricables dans le monde. En effet, selon Perez (2012), 2,5 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à des sanitaires améliorés et 1,1 milliard pratiquent encore la défécation à l'air libre. L'immense majorité de ces personnes vit en milieu rural en Asie et en Afrique subsaharienne. Le coût économique et financier de cette situation est parfois énorme. Ainsi par exemple, le coût des mauvaises conditions d'assainissement équivaut à 1 % du produit intérieur brut (PIB) en Tanzanie et plus de 6 % en Inde (Perez, 2012). A cause des mauvaises conditions d'assainissement, des millions de personnes contractent des maladies à transmission fécale. Les maladies les plus courantes sont la diarrhée et les vers intestinaux. On estime à 1,7 million (dont 90 % d'enfants de moins de 5 ans) de décès annuels dus au manque d'hygiène, notamment en matière d'assainissement (Nations Unies, 2010). Selon un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'impact des maladies diarrhéiques sur les enfants de moins de 5 ans dépasse l'impact combiné du VIH/SIDA, de la tuberculose et du paludisme (OMS/UNICEF, 2010). Pour remonter cette pente, il faut que chaque année, environ 200 millions de personnes utilisent des sanitaires améliorés, permettant ainsi une réduction de près de 90 % l'incidence des maladies diarrhéiques (Perez, 2012). Hutton *et al.*, (2007) ont par ailleurs montré qu'en Afrique subsaharienne, 1 \$EU investi dans le secteur de l'eau rapporterait 2,8 \$EU de bénéfices économiques nets contre 6,6 \$EU pour 1 \$EU investi dans le secteur de l'assainissement. Il s'agit essentiellement de gains en termes de temps (90 %), de productivité (8 %) et de baisse des dépenses de santé (2 %) (Hutton *et al.*, 2007).

Au Bénin, 90 % des ménages en milieu rural ne dispose pas de latrines (Programme National de l'Eau : PNE-Bénin, 2008). Selon une étude du « *Programme Eau et Assainissement* » en 2012 sur les impacts économiques d'un mauvais assainissement en Afrique, le Bénin perd 52 milliards de FCFA chaque année à cause de non assainissement. Cette somme fait l'équivalent de 1,5 % de son produit intérieur brut (PIB). En effet, 2,5 millions de Béninois utilisent des latrines insalubres ou partagées, 5,2 millions n'ont pas du tout de latrines et font leurs besoins en plein air et le quintile le plus pauvre est 25 fois plus susceptibles de pratiquer la défécation en plein air que le plus riche (*Water and Sanitation Program : WSP-Benin*, 2012). La défécation en plein air coûte au Bénin plus de 75 millions \$EU par an, alors que pour faire passer le taux d'accès à l'assainissement de base de 33,8 % en 2007 à 68,9 % en 2015 correspondant à la construction de 900 000 nouvelles latrines en République Démocratique du Congo par exemple, il faut un investissement de 109,1 milliards de FCFA (Newborne, 2007).

Dans la commune de Lokossa (située au Nord – Ouest du Département du Mono au Bénin) près de 68,2 % ne disposent pas de latrines (PRODECOM, 2006). En effet, les types de sanitaire adoptés pour l'aisance par la plupart des ménages sont la défécation à l'air libre ou dans la brousse, les latrines publiques et les latrines familiales. Ce type d'assainissement provoque à terme les maladies endémo-épidémiologiques comme le

paludisme, les infections respiratoires aiguës, les affections gastro-intestinales et les diarrhées.

Plusieurs types d'assainissement tels que l'assainissement collectif ou autonome sont disponibles en milieu rural. Quel modèle d'assainissement proposer alors aux populations dans le milieu de recherche pour répondre à leur demande sanitaire et environnementale ?

L'assainissement collectif n'est pas adapté au contexte socioéconomique et culturel des pays en développement (PED) parce que les coûts de réalisation des réseaux et de traitement des eaux usées d'une part, et le coût d'accès des ménages aux ouvrages d'autre part sont très élevés (CREPA, 2006 a, b, c et d). Des systèmes d'assainissement alternatifs sont donc envisagés afin de répondre à cette demande peu solvable. Les systèmes d'assainissement autonome à faible coût par ménage sont devenus des solutions les mieux adaptées et permettent leur acquisition par le plus grand nombre. Il s'agit des latrines *SanPlat* (légère amélioration de la latrine traditionnelle), les Toilettes à Chasse Manuelle (TCM) et les latrines améliorées à fosse ventilée (VIP : *Ventilated Improved Pit Latrine*). Malgré les améliorations amenées par ces nouvelles technologies, des travaux ont montré que ni l'assainissement collectif ni les systèmes alternatifs autonomes à faible coût ne sont parvenus à améliorer durablement la demande en assainissement des ménages. Par ailleurs, l'utilisation de ces nouvelles technologies pose des problèmes environnementaux tels que la pollution des nappes phréatiques, des sols et des cours d'eau (Beauséjour, 2009). C'est dans ce contexte qu'une nouvelle catégorie d'ouvrages d'assainissement, qualifiés d'« écologiques » est apparue dans les années 1990, dont une des principales variantes est la « latrine écologique » (*Ecological Sanitation*) appelée « *Ecosan* » (Winblad and Simpson-Herbert, 2004; CREPA, 2006 a, b, c et d). L'adoption d'une technologie verte d'assainissement telle que la latrine « *Ecosan* », peu utilisée actuellement malgré une demande potentielle forte, pourrait contribuer à résoudre les problèmes sanitaires et environnementaux au Bénin et particulièrement ceux des populations en milieu rural. Quels mécanismes développer pour favoriser sa diffusion ?

L'enquête-ménage à Lokossa en 2018 vise à analyser les déterminants de l'adoption de cette technologie verte afin de mesurer la demande en assainissement des ménages par la méthode d'évaluation contingente (MEC). Il s'agit donc d'amener les ménages de Lokossa à modifier leur comportement en abandonnant la pratique de la défécation à l'air libre et stimuler la demande de produits d'assainissement écologique tout en mettant en place une offre fiable, abordable et répondant aux attentes des consommateurs. Pour y parvenir, la revue de littérature, la méthodologie adoptée et les sources des données seront les principaux points dans cette recherche qui vont conduire aux résultats et aux discussions.

2. Demande d'assainissement et intérêt des latrines « Ecosan »

2.1. Déterminants de la demande d'assainissement

Whittington *et al.*, (1993) ont conduit une enquête de demande d'adoption des techniques d'assainissement à Kumasi au Ghana. Cette enquête s'est traduite par le

consentement à payer (CAP) des ménages, basée sur la méthode d'évaluation contingente (MEC). Ils ont testé certaines variables socioéconomiques qui influencent l'adoption des différentes technologies d'assainissement. Le résultat le plus important de ce test fut le satisfecit de la méthode utilisée. Le premier élément de leur résultat était la cohérence des montants de CAP obtenus avec les dépenses actuelles des ménages pour l'assainissement. Le deuxième était la valeur du R^2 ajusté de leurs modèles explicatifs et le troisième était le résultat du test de biais d'ancrage des mises d'entrée. Ce dernier était statistiquement significatif. Les auteurs concluent que si tout le monde à Kumasi, utilisait un système d'assainissement amélioré qui évacuait les *excreta* de façon hygiénique, les bénéfices sanitaires publics seraient certainement importants et ne seraient probablement pas capturés dans les réponses aux questions de l'évaluation contingente.

Par ailleurs, ils remarquent d'abord que, le fait que le chef de ménage soit une femme ou un homme influence le choix de l'ouvrage d'assainissement ainsi que le montant du CAP. Les familles monoparentales gérées par les femmes sont plus vulnérables économiquement et socialement. En effet, étant plus propices au risque d'harcèlements à la tombée de la nuit, elles ont eu une préférence accrue pour les latrines (endroit clos et sécurisé). Ceci explique l'effet positif du genre sur le consentement à payer pour un service amélioré en assainissement à Moshi en Tanzanie mis en évidence par Milanese (2007). Au Bangladesh, Kazi Faisal Bin Seraj (2008) a en revanche trouvé un effet négatif. Le sens de l'effet dépend probablement de la valorisation faite par le ménage des coûts et des bénéfices associés à l'adoption des différents systèmes d'assainissement (meilleure intimité, meilleure hygiène, récupération des boues séchées pour l'épandage des champs...). Le niveau d'éducation représente également un facteur déterminant de l'adoption de nouvelles technologies d'assainissement. Whittington *et al.*, (1993), Altaf et Hughes (1994) ainsi que Lauria *et al.*, (1997) ont trouvé un effet positif de l'éducation sur le consentement à payer pour un service amélioré en assainissement en Afrique. Les ménages mieux éduqués connaissent davantage les bénéfices liés à l'amélioration du système d'assainissement et de par leur statut social, aspirent à acquérir des ouvrages plus modernes. Milanese (2007) montre que l'absence d'éducation a impacté négativement le consentement à payer pour des systèmes améliorés d'assainissement à Moshi en Tanzanie. Kazi Faisal Bin Seraj (2008) conclut que les chefs de ménage ayant dépassé un niveau primaire étaient plus enclins à financer une technique d'assainissement amélioré (TAA). La taille du ménage influence également le choix du mode d'assainissement. Les ménages de grande taille peuvent être incités à délaisser des ouvrages consommateurs d'eau (pour chasser les fèces). En effet, les dépenses supplémentaires ou à investir dans des technologies nécessitent une vidange régulière. Altaf et Hughes (1994) et Kazi Faisal Bin Seraj (2008) montrent que le consentement du chef de ménage à payer pour des systèmes améliorés augmente avec la taille du ménage.

La situation matrimoniale joue un rôle dans la décision du choix du mode d'accès à l'assainissement. Les familles biparentales sont généralement plus riches que les familles monoparentales du fait de la diversification des sources de revenus. Tandis que Lauria *et al.*, (1997) montrent que le consentement à payer est relativement plus élevé pour les chefs de ménage mariés, Altaf et Hughes (1994) mettent en évidence un effet significatif de la situation matrimoniale sur le CAP.

Les conditions de vie d'un ménage (indice de richesse, statut d'occupation du logement, secteur d'activité...) sont également des déterminants forts du choix des systèmes d'assainissement. En effet, l'adoption d'ouvrages améliorés génère un coût important pour les ménages à faible revenu (Lauria *et al.*, 1997, Milanesi, 2007). Pour le cas de Kumasi au Ghana, Whittington *et al.*, (1993) montrent que les ménages riches sont plus enclins à payer pour un ouvrage amélioré. Le fait d'être propriétaire du logement influence positivement le consentement à payer. En particulier, les propriétaires qui louent une partie de leur logement cherchent à répartir la charge du coût de l'amélioration. Ceci qui explique le montant relativement plus élevé de leur consentement. Inversement, les ménages non propriétaires sont moins disposés à investir dans de nouvelles technologies puisqu'ils n'en bénéficieront plus en cas de déménagement. Le fait d'être commerçant ou salarié augmente le consentement (Whittington *et al.*, 1993 ; Milanesi, 2007).

2.2. Intérêt des latrines « Ecosan »

L'intérêt des latrines « Ecosan » est de collecter séparément les urines et les fèces à la source (CREPA, 2006 a). Les ouvrages sont conçus de manière à aider l'utilisateur à contribuer à cette séparation. Plusieurs technologies sont disponibles (siège à l'anglaise ; dalle à la turque avec séparation des urines ; dalles à la turque avec séparation des urines et des eaux de lavage anal ; collecte conjointe des urines et des fèces puis séparation gravitaire des urines).

Au-delà des bénéfices connus de l'utilisation d'un ouvrage d'assainissement par rapport à la défécation en pleine nature, « Ecosan » présente d'autres avantages. Il s'agit d'abord de la possibilité de valoriser les fèces et les urines (Beauséjour, 2009). Les fèces sont stockées dans une cuve maçonnée étanche puis assainies, ainsi que les urines, pour être réutilisées comme fertilisants dans l'agriculture (CREPA, 2006 d, Morgan, 2007). Les gains sur rendement en tonne par hectare (t/ha) issus de l'utilisation des fèces et/ou urines dans l'agriculture en Afrique de l'Ouest sont très intéressants. Ils sont statistiquement différents de la pratique paysanne et se situe généralement dans le même groupe homogène que la fumure minérale vulgarisée pour la culture retenue. Par exemple pour les cultures de la tomate, du gombo et du sorgho, le Burkina-Faso a enregistré un gain sur rendement de 3,02 t/ha, 0,68 t/ha et 1,48 t/ha respectivement sur ces trois cultures. De même, pour les cultures du maïs et de l'arachide, le Bénin a enregistré respectivement 1,17 t/ha et 0,12 t/ha de gain sur rendement, la Côte d'Ivoire : 4 t/ha et 15 t/ha pour les cultures d'igname et de manioc, le Mali : 1,74 t/ha et 0,17 t/ha pour les cultures de maïs et du coton et le Togo obtient 8,9 t/ha et 12,96 t/ha comme gain sur rendement pour les cultures de laitue et du chou (CREPA, 2006 d).

Par ailleurs, l'accessibilité financière de « Ecosan » par rapport à son faible coût représente un second avantage. Comparés aux autres ouvrages d'assainissement, le coût de « Ecosan » est bien plus abordable pour les populations. Une comparaison de quelques ouvrages fournit un ordre de grandeur : la construction d'un ouvrage « Ecosan » coûte 190 000 FCFA alors qu'une Toilette à Chasse Manuelle (TCM) et une latrine à fosse ventilée améliorée (VIP) coûtent respectivement 220 000 FCFA et 240 000 FCFA (CREPA, 2006 b). La vidange de « Ecosan » est également plus facile pour les ménages comparée aux autres ouvrages (CREPA, 2006 a). En effet, la vidange représente le

problème le plus crucial de l'assainissement autonome. A cela s'ajoute le problème du coût du service de vidange jugé trop élevé par les ménages. Enfin, la substitution de l'engrais naturel issu de la valorisation des fèces et des urines par la latrine « Ecosan » aux engrais chimiques protège mieux les sols contre la dégradation (CREPA, 2006 c). Au-delà de leur coût acceptable, « Ecosan » offre également de nombreux avantages socio-sanitaires et environnementaux pour le changement des comportements des ménages qu'il convient de valoriser à travers des campagnes de sensibilisation (CREPA, 2006 b).

3. Milieu d'étude et échantillonnage

La Commune de Lokossa située au Nord – Ouest du Département du Mono, est l'une des six (06) subdivisions administratives que compte ce Département. Elle couvre une superficie de 260 km², ce qui représente 16 % de la superficie du Mono (1605 km²) et 0,226 % de la superficie totale du Bénin (114 763 km²). Elle est divisée en cinq arrondissements : Agamè, Houin, Koudo, Ouèdèmè et Lokossa. Ces arrondissements sont subdivisés en quarante-quatre (44) villages et quartiers de ville. Son chef-lieu Lokossa est en même temps le chef-lieu du Département du Mono. Excepté Lokossa qui affiche l'allure d'une ville secondaire à caractère agricole, après qu'elle fut érigée en chef-lieu du Département du Mono, par décret n° 292/PCM/MI du 21 octobre 1960, l'ensemble de la Commune est rural (Programme d'Appui au Démarrage des Communes : PRODECOM, 2006). Par ailleurs, ailleurs les ménages dépourvus de latrines sont estimés dans la commune de Lokossa à 68,2 % (PRODECOM, 2006). La formule ci-après (Schwartz, 1995), a permis de calculer la taille de l'échantillon (n) :

$$n = \frac{t^2 \times p (1 - p)}{E^2}, \text{ où :} \quad (1)$$

n = taille de l'échantillon

t = degré de confiance à 95 % (soit t=1,96)

p = estimation de la proportion de la population spécifique concernée et pouvant avoir des caractéristiques recherchées par l'étude : 68,2 %.

E = marge d'erreur à 5 %. Ainsi :

$$n = \frac{t^2 \times p (1 - p)}{E^2} = \frac{1,96^2 \times 0,682 (1 - 0,682)}{0,05^2}, \text{ d'où :}$$

$$n = 334$$

Pour tenir compte des non-réponses éventuelles dues aux refus ou à l'indisponibilité des ménages à répondre aux questions de l'enquêteur, la taille initiale de l'échantillon qui était de 334 ménages a été surévaluée de 10 % (soit 1,1 x 334 = 368, la taille finale de l'échantillon).

4. Méthodologie

La méthodologie de cette recherche prendra en compte d'une part, la méthode d'évaluation contingente (MEC) et la spécification du modèle d'étude et d'autre part, la définition des variables et la prédiction de leur signe.

4.1. La méthode d'évaluation contingente et la spécification du modèle d'étude

4.1.1. La Méthode d'évaluation contingente (MEC)

L'application des méthodes de valorisation monétaire de l'environnement constitue une forme de réponse que la science économique apporte aux problèmes environnementaux auxquels la société est de plus en plus confrontée. Ces méthodes contribuent à combler les lacunes relatives à la défaillance du marché et des politiques publiques. Elles permettent en plus de pénaliser les actions entraînant des externalités¹ négatives sur l'environnement. Nous nous intéresserons dans le cadre de ce travail de recherche, au financement de la demande d'acquisition des latrines « Ecosan » dans la commune de Lokossa par l'estimation du consentement à payer (CAP), en utilisant la méthode d'évaluation contingente (MEC)².

Contrairement aux autres méthodes d'évaluation économique, la MEC ne s'appuie pas sur l'observation des comportements. Elle utilise, sur la base d'enquêtes, la reconstitution d'un marché contingent³ pour inciter les ménages à révéler la valeur qu'ils accordent à leur qualité de vie (Pellegrini, 2005), ou à leur environnement. L'évaluation contingente cherche à faire émerger des valeurs parfaitement déterminées enfouies en eux (les individus interrogés). Le choix de la MEC repose sur sa fréquence d'utilisation (70 % par rapport aux autres méthodes d'évaluation économique) (Reveret *et al.*, 2008), et surtout sa reconnaissance scientifique à travers le rapport de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) panel (Arrow *et al.*, 1993). Sa mise en œuvre repose sur la réalisation d'enquêtes auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée (ici, 368 ménages de Lokossa). Les personnes interrogées sont ainsi soumises aux différents scénarios permettant d'estimer la valeur monétaire qu'elles accordent à l'acquisition des latrines « Ecosan » contre la défécation en plein air, polluant l'environnement et entraînant les maladies à transmission fécale. La MEC est le « modèle d'évaluation, de validation et de sélection » qui a permis d'obtenir le montant du consentement à payer (MCAP) des ménages pour amortir le coût financier de l'offre des latrines « Ecosan » par la Mairie de Lokossa.

4.1.2. Spécification du modèle

Le modèle d'estimation de la demande des latrines « Ecosan » par le consentement à payer (CAP) est un modèle économétrique qui relève du domaine des modèles de

¹ L'origine du concept d'externalité remonte à l'époque des travaux de l'économiste Alfred Marshall publiés en 1890 dans son célèbre ouvrage intitulé « *Principes d'économie politique* ». Toutefois, c'est à son élève Arthur Cecil Pigou qu'on attribue la paternité du concept. En 1920, Pigou a été le premier à appliquer la notion d'externalités à la résolution de problèmes écologiques. Dans son ouvrage intitulé « *Economics of Welfare* », Pigou (1920) a défini le concept comme « *un effet de l'action d'un agent économique sur un autre qui s'exerce en dehors du marché* ». L'externalité est dite positive quand l'effet procure une amélioration du bien-être de l'autre agent, et négative quand cet agent voit son bien-être diminuer.

² La méthode d'évaluation contingente (MEC) est une technique d'évaluation économique basée sur le traitement économétrique de données d'enquête destinée à révéler la valeur attribuée à certains biens ou ressources hors-marché. L'emploi de déclarations de propensions à payer par les agents eux-mêmes est sujet à caution (Wikipedia, 2015).

³ « Contingente » au sens de ce qui a une existence hypothétique. Ces enquêtes proposent en effet des scénarii virtuels aux personnes interrogées.

sélection en évaluation contingente. Les variables à expliquer sont les montants de CAP déclarés traduisant les « mises d'entrée » des ménages pour acquérir des latrines « Ecosan ». Le modèle Tobit généralisé dont la structure est très proche du modèle de sélection popularisé par Heckman (1979) est utilisé pour estimer les montants du CAP moyen. Il consiste à supposer un comportement séquentiel à deux (02) étapes.

Dans une première étape l'individu décide ou non de payer pour l'adoption des latrines « Ecosan ». Cette décision est représentée par un modèle qualitatif dichotomique basée sur un certain critère $y_{(1,i)}^*$:

$$\begin{cases} \text{si } y_{1,i}^* > 0, \text{ l'individu } i \text{ décide de payer} \\ \text{si } y_{1,i}^* \leq 0, \text{ l'individu } i \text{ décide de ne pas payer} \end{cases} \quad (2)$$

Dans une seconde étape, l'individu décide de payer un montant mensuel inscrit sur la carte de paiement représentant les « mises d'entrées » dans une latrine « Ecosan » en vue de son acquisition à terme échu. On a alors un modèle de données censurées puisque, si l'on note $y_{2,i}$, le paiement effectif du ménage i , celui-ci est défini par :

$$\forall i = 1, 2, 3, \dots, N : y_{2,i} = \begin{cases} y_{2,i}^* & \text{si } y_{1,i}^* > 0 \\ 0 & \text{si } y_{1,i}^* \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

L'avantage de cette modélisation est qu'elle permet notamment de faire apparaître la plus ou moins forte corrélation pouvant exister entre les deux décisions (Tobin, 1958) : consentement à payer (CAP) et montant du consentement à payer (MCAP).

Le modèle peut se formaliser comme suit ; pour chaque ménage i , avec $i \in [1; 368]$:

(1) Equation de sélection : participer au programme d'acquisition des latrines « Ecosan ». Soit Z , la variable qualitative, tel que $Z = 1$ si le ménage i participe au programme et 0 sinon :

$$Z = w_i \beta + \mu_i \quad (4)$$

(2) Equation substantielle : estimation du CAP annoncé traduisant le paiement effectif des mises d'entrées mensuelles des ménages (observable uniquement si $Z = 1$) :

$$Y = x_i \alpha + \varepsilon_i \quad (5)$$

Les w_i et x_i sont des variables socioéconomiques observables. Les deux équations présentent une loi normale $N(0, 1)$. Les termes d'erreur des deux équations (de sélection et substantielle) sont donc absolument continus et admettent pour densité $\varphi(x)$, telle

que : $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$, avec $x = \mu_i, \varepsilon_i$. (6)

L'équation de sélection est d'abord estimée par un modèle *probit*, ensuite une régression par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO) permet d'obtenir les coefficients de la deuxième équation.

Pour l'équation de sélection, la personne interrogée répond « oui » si l'utilité qu'il associe à l'adoption des latrines « Ecosan » excède son utilité actuelle (défécation en plein air) et « non » sinon. Il s'agit là d'un cas polaire ou ambivalent. La variable à

expliquer est alors dite qualitative à deux modalités (oui = 1 et non = 0). La fonction d'utilité se compose alors de deux parties : une partie déterministe qui dépend d'un ensemble de caractéristiques des personnes interrogées et une partie aléatoire qui correspond à la composante des préférences individuelles connues des personnes interrogées, mais inconnues du chercheur. L'existence de cette composante aléatoire oblige à raisonner en termes de probabilité. Avec j un ménage enquêté donné, et $i = 1$ correspondant à la qualité de l'environnement après adoption des latrines « Ecosan » et $i = 0$ au *statu quo* (la situation actuelle), le revenu de j est noté y_j ; m_j représente un vecteur de caractéristiques individuelles (âge, revenu, éducation,...) du ménage.

La fonction d'utilité indirecte est spécifiée comme la somme d'une composante déterministe et d'une composante aléatoire. La différence des deux composantes peut être identifiée en un unique terme μ_j tel que $\mu_j = \mu_{1j} - \mu_{0j}$. On fait l'hypothèse que l'utilité marginale du revenu est constante entre les deux états. Il en résulte que $\beta_1 = \beta_0 = \beta$. Notons $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$, on suppose ainsi que les termes aléatoires μ_{ij} sont indépendants et identiquement distribués selon la même loi, avec une espérance nulle.

Si μ_j suit une loi normale $N(0, \sigma^2)$, $\theta_j = \frac{\mu_j}{\sigma}$ suit alors une loi centrée réduite et Φ est la fonction de répartition de la loi normale.

• **L'équation de sélection devient :**

$$CAP_j = w_i \beta + \mu_i \quad (7)$$

La probabilité de répondre « oui » est alors :

$$\Pr(CAP_j = 1/w_j) = \Phi(w_j \beta) \quad (8)$$

$$\Pr(CAP_j = 1/w_j) = \Pr(w_i \beta + \mu_i > 0) \quad (9)$$

$$= \Pr(m_j \beta_0 + y_j \beta_1 + \mu_i > 0)$$

$$= \Pr(-\mu_i < m_j \beta_0 + y_j \beta_1)$$

$$= \Pr(\theta_j < m_j \frac{\beta_0}{\sigma} + y_j \frac{\beta_1}{\sigma})$$

$$= \Phi(m_j \frac{\beta_0}{\sigma} + y_j \frac{\beta_1}{\sigma})$$

Le consentement à payer moyen de l'échantillon est alors donné par la formule :

$$E[\Pr(CAP_j = 1/w_j)] = E[\Phi(m_j \frac{\beta_0}{\sigma} + y_j \frac{\beta_1}{\sigma})] \quad (10)$$

• **L'équation substantielle devient :**

$$MCAP_i = x_i \alpha + \varepsilon_i \quad (11)$$

Introduisons l'inverse du ratio de Mills (IMR : Inverse Mills Ratio) dans l'équation (11) pour contrôler le biais de sélection de l'échantillon. Elle devient :

$$MCAP_i = x_i \alpha + \rho IMR_i + \varepsilon_i \quad (12)$$

Avec ρ = coefficient de corrélation entre les deux termes d'erreurs (μ_i, ε_i) des deux étapes (sélection et substantielle) et ;

$$\text{IMR}_i = \frac{\varphi(w_i \hat{\beta})}{\Phi(w_i \hat{\beta})}, \text{ tel que } \varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2} \text{ (fonction de densité de la loi}$$

normale centrée réduite) et $\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \varphi(x) dx = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx$ (fonction de répartition de la loi normale centrée réduite).

Le montant du consentement à payer moyen ajusté du modèle est alors donné par : $\overline{\text{MCAP}}_i = x_i \alpha + \rho \text{IMR}_i$ (14)

Et le montant du consentement à payer moyen est $\text{MCAP}_{\text{Moyen}}$, tel que :

$$\text{MCAP}_{\text{Moyen}} = E[\overline{\text{MCAP}}_i] * E\left[\varphi\left(m_j \frac{\beta_0}{\sigma} + y_j \frac{\beta_1}{\sigma}\right)\right] \quad (15)$$

Onze variables de l'équation de sélection et huit variables de l'équation substantielle ont été catégorisées. Le tableau 1 résume les variables entrant dans chaque équation. Les variables de sélection sont supposées avoir uniquement une influence sur le choix d'investir financièrement dans l'adoption des latrines « Ecosan » ou non. Cependant, si on estime que certaines d'entre elles ont également un impact sur le montant du CAP (les mises d'entrée), alors, celles-ci apparaîtront dans les deux équations du modèle.

Tableau 1 : Variables entrant dans les équations de sélection et substantielle du modèle

N°	Variables de l'équation de sélection	Variables de l'équation substantielle
1	Age du ménage (AGE)	Age du ménage (AGE)
2	Age du ménage (AGE ²)	Age du ménage (AGE ²)
3	Taille du ménage (TALLE)	Taille du ménage (TALLE)
4	Taille du ménage (TALLE ²)	Taille du ménage (TALLE ²)
5	Revenu du ménage (REVENU)	Revenu du ménage (REVENU)
6	Chef de ménage est un agriculteur (AGRI)	Chef de ménage est un agriculteur (AGRI)
7	Accès à l'eau (ACCEAU)	Accès à l'eau (ACCEAU)
8	Victime de maladies à transmission fécale	Victime de maladies à transmission fécale
9	Chef de ménage est propriétaire (PROP)	-
10	Le sexe du chef du ménage (SEXE)	-
11	Niveau d'éducation (EDUC)	-

Source : Enquêtes à Lokossa, 2018

4.2. Définition des variables et prédiction de leur signe

4.2.1. La variable dépendante

Dans cette étude, la variable dépendante, le consentement à payer (CAP) pour l'acquisition des latrines « Ecosan », est dichotomique. $CAP = 1$, si le ménage accepte payer et $CAP = 0$ sinon. C'est une variable à expliquer du modèle *probit*.

4.2.2. Les variables indépendantes

- *L'âge du chef de ménage (AGE) et son carré (AGE²)*
Plus on est âgé, plus on fait ses besoins dans un endroit sécurisé, donc dans une latrine. L'âge permet ainsi de capter son effet sur le CAP pour les demandes d'assainissement

(Lare, 2012). L'introduction de l'âge au carré comme variable instrumentale permettra de prendre en compte l'indétermination de l'effet de l'âge démontrée par la théorie économique et d'éviter le problème d'autocorrélation ou d'endogénéité. Ce sont des variables quantitatives dont les signes attendus ont une influence positive (+) sur le CAP.

- *La taille du ménage (TAILLE) et son carré (TAILLE²)*

Selon Altaf et Hughes (1994), la taille d'un ménage influence le délai de remplissage des latrines et la fréquence des vidanges. Le CAP augmente donc avec la taille du ménage. L'introduction de la taille au carré comme variable instrumentale permettra d'éviter le problème d'autocorrélation ou d'endogénéité. Ce sont des variables quantitatives dont les signes attendus ont une influence négative (-) sur le CAP.

- *Le revenu du ménage (REVENU)*

Un niveau élevé de revenu influence positivement l'acquisition des latrines « Ecosan » (Lare, 2012). C'est une variable quantitative dont le signe attendu a un effet positif (+) sur le CAP.

- *Le niveau d'éducation (EDUC)*

La latrine « Ecosan » rencontre moins d'adhésion auprès des ménages à niveau d'éducation élevée parce que cette technologie requiert une manipulation des « boues séchées » lors des vidanges et suscite un rejet des ménages mieux éduqués en quête d'aspiration sociale (Lare, 2012). C'est une variable qualitative dont le signe attendu a une influence négative (-) sur le CAP. Par contre Whittington *et al.*, (1993) et Lauria *et al.*, (1997) ont trouvé un effet positif (+) de l'éducation sur le CAP en Afrique.

- *Le sexe du chef du ménage (SEXE)*

En Afrique, lorsque le chef de ménage est une femme, elle est soit veuve, soit divorcée, soit séparée ou célibataire. Elle est en effet plus propice au risque d'harcèlements à la tombée de la nuit. Elle a une préférence accrue pour les latrines (endroit clos et sécurisé). C'est une variable qualitative dont le signe attendu explique l'effet positif (+) du genre sur le CAP pour un service amélioré en assainissement (Milanesi, 2007).

- *Le chef de ménage est un agriculteur (AGRI)*

Lorsque le chef de ménage est agriculteur, cela augmente la probabilité qu'il choisisse « Ecosan », car en plus d'être écologique et financièrement accessible, elle permet d'accroître les rendements agricoles grâce à l'épandage des champs par l'utilisation des boues de vidange séchées ainsi que l'urine (Austin and Duncker, 2002; Morgan, 2007). En outre, les frais de vidange sont nuls car ne nécessite pas de recourir à un camion vidangeur. C'est une variable qualitative dont le signe attendu a un effet positif (+) sur le CAP.

- *Le chef de ménage est propriétaire (PROP)*

Lorsque le ménage est propriétaire du logement, cela influence positivement le CAP. En particulier, les propriétaires qui louent une partie de leur logement cherchent à répartir la charge du coût de l'amélioration, ce qui explique le montant relativement plus élevé de leur CAP. Inversement, les ménages non propriétaires sont moins disposés à investir dans de nouvelles technologies puisqu'ils n'en bénéficieront plus en cas de déménagement (Whittington *et al.*, 1993). C'est une variable qualitative dont le signe

attendu a un effet positif (+) sur le CAP.

- *L'accès à l'eau (ACCEAU)*

Lorsque le ménage se situe à plus de 100 mètres de sa principale source d'approvisionnement en eau, la probabilité qu'il demande une latrine « Ecosan » augmente. En effet, « Ecosan » est une toilette « sèche » c'est-à-dire non consommatrice d'eau. Les ménages relativement éloignés de leur source d'approvisionnement sont beaucoup plus intéressés par cette technologie (Lare, 2012). C'est une variable qualitative dont le signe attendu a un effet positif (+) sur le CAP.

- *Victime d'une maladie à transmission fécale (SANTE)*

Le fait que les individus du ménage aient été affectés par une maladie à transmission fécale quelques semaines avant l'enquête influence positivement la probabilité d'adopter une TAA. C'est une variable qualitative dont le signe attendu a un effet positif (+) sur le CAP.

5. Les données et leurs sources

Selon le 4^{ème} Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2013 (RGPH 4 : INSAE, 2015) la population de Lokossa est estimée à 104.961 habitants. Ce sont les données de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), du Ministère de cadre de vie et du Développement Durable (MCVDD), de la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base (DHAB) du Ministère de la Santé et les données d'enquêtes qui ont aidé à la constitution de la base de données et à la discrimination entre les villages. Les principaux critères qui ont déterminé le choix des villages et quartiers de ville de la recherche et de la population à enquêter sont la population agricole, les ménages agricoles, la population agricole active et les ménages dépourvus d'ouvrages d'assainissement et d'eau. Au regard de ces considérations, 07 villages et quartiers de ville sur les 44 ont été sélectionnés. L'agriculture est principale activité dans la commune et constitue une source de revenu pour les ménages (INSAE, 2015). Par ailleurs, les ménages dépourvus d'ouvrages d'assainissement sont estimés à 68,2 % (PRODECOM, 2006). Par rapport aux groupes cibles, à la méthodologie utilisée et aux phénomènes à étudier, seuls les chefs de ménage ont été interrogés. Les tableaux 2 et 3 présentent les caractéristiques démographiques des arrondissements et la structure de l'échantillon par sexe.

Au total, 368 ménages (342 hommes et 26 femmes) sont enquêtés dans 07 villages et quartiers de ville des sept (05) arrondissements de la commune (tableau 3). En dehors du scénario contingent en 2 étapes proposé, l'acquisition des latrines « Ecosan » par les ménages suit également un processus en deux (02) temps. Dans un premier temps, la Mairie réalise l'ouvrage au profit des ménages (offre). Dans un second temps, les ménages paient un montant mensuel fixe choisi selon leur contrainte budgétaire sur la carte de paiement (demande) et qui représente leur CAP des mises d'entrée. L'ouvrage est à terme acquit par le ménage après avoir payé la dernière mensualité du coût total de réalisation de l'ouvrage par la Mairie.

Tableau 2 : Caractéristiques démographiques des arrondissements de Lokossa

Arrondissements	Population totale (2013)	Sexe du Chef ménage		Nombre de ménages	Taille moyenne des ménages	Ménages dépourvus de latrines
		Masculin	Féminin			
AGAME	17 734	8 724	9 010	3477	5,1	2372
HOUIN	8 400	4 160	4 240	1647	5,1	1123
KOUDO	16 506	8 020	8 486	2896	5,7	1975
OUDEME	15 075	7 220	7 855	2792	5,4	1904
LOKOSSA	47 246	23 152	24 094	10 053	4,7	6856
Total	104 961	51 276	53 685	20 865	5	14 230

Source : INSAE (2015)

Tableau 3 : Structure de l'échantillon par villages d'arrondissements et par sexe

Echantillon de 7 villages et quartiers de villes des 5 arrondissements de Lokossa	Ménages dépourvus de latrines par arrondissements	Ménages dépourvus de latrines par villages choisis	Nombre de ménages tiré par village	Sexe du Chef ménage	
				Masculin	Féminin
ALIGOUDO (AGAME)	2372	805	62 (17%)	58 (16%)	4 (1%)
DESSA (HOUIN)	1123	350	27 (7%)	25 (6%)	2 (0,5%)
TOZOUME (KOUDO)	1975	504	39 (11%)	36 (10%)	3 (0,8%)
DANSIHOU (OUDEME)	1904	246	19 (5%)	18 (5%)	1 (0,3%)
AGNIVEDJI (LOKOSSA)	6856	1080	83 (22%)	77 (21%)	6 (1,7%)
AGONVE (LOKOSSA)		1131	86 (23%)	80 (22%)	6 (1,7%)
TCHICOME (LOKOSSA)		682	52 (14%)	48 (13%)	4 (1%)
Total	14 230	4798	368 (100%)	342 (93%)	26 (7%)

Source : Calculé à partir des statistiques de l'INSAE (2015)

6. Analyse des résultats

6.1 Statistiques descriptifs

Le traitement des données issues des travaux d'enquêtes à Lokossa (janvier à mars 2018) a révélé que les 368 ménages (342 hommes et 26 femmes) ont une taille comprise entre 4 et 6 personnes pour un revenu moyen mensuel de 113.821 FCFA. La plupart de 20 à 71 ans, pour une moyenne qui tourne autour de 38 ans. D'une façon générale, la plupart des paysans sont très peu instruits. Ainsi, 40 % (146 ménages) n'ont aucun niveau intellectuel, par contre 37 % (137 ménages) se sont arrêtés au niveau primaire et 23 %

(85 ménages) ont seulement un niveau secondaire. L'enquête a permis de savoir que 254 ménages sur les 368 sont des agriculteurs (soit 69 % des ménages) et 76 % (soit 280 ménages) sont propriétaires de leur domicile. Par ailleurs, 31 % (115 ménages) ont seulement accès à l'eau et plus de 79 % (291 ménages) sont victimes une fois d'une maladie à transmission fécale.

Concernant le scénario contingent conduisant à la révélation du MCAP, le choix 1 propose de garder la situation actuelle de latrines insalubres et de défécation à l'air libre. Cette situation n'entraîne aucun coût financier mais pollue l'environnement et entraîne des maladies à transmission fécale. Le choix 2 propose de participer financièrement au programme d'acquisition des latrines « Ecosan ». Cette situation entraîne un coût, mais améliore l'environnement, le bien-être, la santé et le rendement agricole des ménages. Les 368 ménages ont répondu au scénario contingent proposé. En analysant l'ordre des valeurs sur la carte de paiement proposé aux ménages dans le tableau 4, on constate que parmi ceux qui ont répondu au scénario contingent, il y a 82 ménages, soit 22 % qui ont choisi la situation 1 ($MCAP = 0$). Ainsi, la proportion des ménages ayant fait l'option du choix 2 en acceptant le programme est de 78 % (soit 286 ménages). Ainsi, sur les 286 ménages ayant accepté d'investir dans le programme d'assainissement, 201 ménages consentent payer 500 FCFA, tandis que 55 ménages acceptent de payer 1000 FCFA. Les ménages qui acceptent de payer 1500 FCFA sont au total 25, et ceux qui consentent payer 2000 FCFA ne sont que 05 ménages. Par ailleurs, les valeurs estimées de la moyenne, de l'écart-type, de la variance et des quantiles du MCAP, ainsi que leurs intervalles de confiances sous l'hypothèse de la normalité sont consignées dans le tableau 4.

En s'inspirant des travaux de Meyerhoff et Liebe (2006) sur la motivation des « réponses de protestation » de certains ménages ayant fait le choix 1 et en analysant les motifs justifiant leurs refus de payer, on dénombre quatre (04) catégories représentant 78 ménages ayant des CAP nuls et correspondant réellement à des « vrais zéros » et non à des « réponses de protestation ». Il s'agit de 43 ménages déclarant : « *J'investis déjà dans la réalisation d'une latrine traditionnelle* », de 18 ménages avouant : « *J'investis déjà dans la réalisation d'une latrine à fosse ventilée améliorée (VIP)* », de 10 ménages déclarant : « *J'investis déjà dans la réalisation d'une toilette à chasse manuelle (TCM)* » et de 7 ménages déclarant enfin : « *J'investis déjà dans la réalisation d'une toilette à chasse moderne* ». Ces ménages ont, en effet légitimé leur réponse par le « *statu quo* ». On considère ainsi ces montants nuls comme des vraies valeurs nulles, car les intéressés refusent de réallouer leur budget pour faire face à de nouvelles dépenses similaires. Les CAP nuls des 04 autres ménages restants correspondent alors à des « faux zéros ». Les résultats du traitement des réponses égales à zéro montrent aussi que le comportement de « *passager clandestin* » est rarement observé. Les ménages sont donc prêts à contribuer à l'amélioration de leur bien-être et leur contribution ne dépend pas de la décision des autres ménages.

Tableau 4 : Statistiques descriptives du MCAP

	Valeurs Estimées	Intervalles de Confiance à 95 % sous hypothèse de normalité	Carte de paiement		
			Valeur	Effectif	%
Moyenne	551,630435	507,01578 596,24509			
Ecart-Type	435,229971	405,89328 469,17286			
Variance	189425,127	164749 220123			
Quantiles 100% Max	2000	-			
99%	2000	1483,598 1655,724			
95%	1500	1202,964 1340,046			
90%	1000	1052,269 1172,830			
75% Q3	500	797,445 896,349			
50% Médiane	500	507,016 596,245			
25% Q1	500	206,912 305,816			
10%	0	-69,569 50,991			
5%	0	-236,785 -99,704			
1%	0	-552,463 -380,337			
0% Min	0	-			
Ordre 1 : Choix 1			0	82	22
2 : Choix 2			500	201	55
3 : Choix 2			1000	55	15
4 : Choix 2			1500	25	7
5 : Choix 2			2000	5	1

Source : Auteur à partir des résultats de nos estimations sous SAS 9.2

6.2. Résultats des estimations économétriques

Suivant le scénario proposé dans le questionnaire contingent, la méthode à deux étapes de Heckman (1979) est utilisée. Pour la première étape (« CAP »), l'estimation de l'équation de sélection a porté sur la totalité des observations ayant répondu au scénario contingent, donc sur un échantillon de 368 ménages. Pour la deuxième étape (« MCAP »), relative à l'équation substantielle, il a été utilisé les « *Uncensored observations* ». Il s'agit d'observations de ménages ayant fait le choix 2, ceux qui ont décidé de payer un montant pour l'acquisition des latrines « Ecosan ». Cette estimation porte sur 286 observations (201+55+25+5).

A partir de ce modèle, les coefficients de l'équation de sélection s'interprètent comme ceux du modèle *probit*. En effet, concernant la significativité desdits coefficients, les variables « *AGE* et *AGE*² » et « *REVENU* » sont significatives à 5 % tandis que les variables « *TAILLE* et *TAILLE*² », « *EDUC* », « *AGRI* » et « *ACCEAU* » sont significatives à 1 %. Pour cette première étape, la constante (*_const*) est exclue de la régression *probit* pour éviter le problème de multi-colinéarité des variables instrumentales avec ladite constante. En effet, les variables instrumentales (*AGE*² et *TAILLE*²) ont été insérées dans le modèle et ont pour rôle de contrôler les variables non observables qui affectent la variable dépendante et corrélée aux variables indépendantes. Quant aux coefficients de l'équation substantielle, ils représentent l'influence des variables explicatives sur la variable expliquée. Il s'agit d'un moindre carré ordinaire (MCO).

Pour cette deuxième étape, les variables « *REVENU* » et « *AGRI* » sont significatives à 1 % tandis que « *SANTE* » est significative à 5 %. Par contre les variables « *AGE* et *AGE*² », « *TAILLE* et *TAILLE*² » et « *ACCEAU* » n'ont aucune influence sur le montant du consentement à payer (MCAP). Cela traduit en effet, que même si le ménage se situe à plus de 100 mètres de sa principale source d'approvisionnement en eau, la probabilité qu'il demande une latrine « Ecosan » n'augmente pas forcément en ce qui concerne la variable « *ACCEAU* ». De même, le fait que l'individu soit avancé en âge ne l'amène pas forcément à avoir besoin d'une latrine, il peut continuer à déféquer en plein air selon le comportement du coefficient de la variable « *AGE* ». Enfin, une grande taille de ménage peut totalement rester indifférente à la demande de latrine dans le milieu d'étude en ce qui concerne la variable « *TAILLE* ». Le tableau n° 5 présente les résultats de l'estimation à 2 étapes de Heckman (1979).

Le MCAP moyen pour les ménages qui acceptent participer au programme est de 709,79 FCFA/mois/ménages. Pour l'ensemble de l'échantillon, le MCAP moyen estimé est 551,630435 FCFA/mois/ménage. Les ménages dépourvus d'ouvrages sanitaires sont au nombre de 14 230 (Confer tableaux 2 et 3). Si les ménages concernés, payaient leurs « mises d'entrée » mensuelles, représentant le montant du consentement à payer (MCAP), il en résulterait un MCAP total (MCAPT) estimé à 94 196 413 FCFA/an. Avec l'estimation du coût de réalisation d'un ouvrage « Ecosan » égale à 300 000 FCFA (matériaux définitifs) en 2010 au Bénin (Direction de l'Hygiène et d'Assainissement de Base : DHAB, 2010), ce MCAPT, permettra à la Mairie de Lokossa d'amortir le coût de 314 latrines « Ecosan » par an. Par ailleurs, les résultats du tableau 5 indiquent que le modèle à deux (02) étapes de Heckman (1979) estime l'inverse de ratio de Mills montrant ainsi que l'équation substantielle n'est pas indépendante de l'équation de sélection. Autrement dit, la décision de révéler le montant à payer n'est pas prise indépendamment de la décision d'être disponible à contribuer financièrement au programme d'acquisition des latrines « Ecosan » dans la commune. Aussi, le fait que l'inverse du ratio de Mills n'est pas significatif (tableau 5) indique donc une absence de biais de sélection dans la spécification du modèle.

Tableau 5 : Résultats économétriques de l'estimation à 2 étapes de Heckman

Variables	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
1 ^{ère} étape : Consentement à payer (CAP)						
SEXE	0,0005465	0,0019632	0,28	0,781	-0,0033014	0,0043943
AGE	-0,0005847**	0,0002774	-2,11	0,035	-0,0011285	-0,000041
AGE ²	7,04e-06**	3,18e-06	2,22	0,027	8,20e-07	0,0000133
TALLE	0,4275903*	0,003456	123,72	0,000	0,4208166	0,4343639
TAILLE ²	-0,0428677*	0,0003669	-116,83	0,000	-0,0435868	-0,0421485
REVENU	-1,13e-07**	5,46e-08	-2,07	0,038	-2,20e-07	-6,11e-09
EDUC	-0,002289*	0,0008101	-2,83	0,005	-0,0038768	-0,0007012
AGRI	0,004954*	0,0014482	3,42	0,001	0,0021156	0,0077925
PROP	0,0004873	0,0012902	0,38	0,706	-0,0020416	0,0030161
ACCEAU	-0,0071819*	0,0012095	-5,94	0,000	-0,0095525	-0,0048112
SANTE	-0,0017831	0,0013417	-1,33	0,184	-0,0044128	0,0008467
2 ^{ème} étape : Montant du consentement à payer (MCAP)						
AGE	0,0266897	0,0536087	0,50	0,619	-0,0783813	0,1317608
AGE ²	-0,0001294	0,0006166	-0,21	0,834	-0,0013379	0,0010792
TALLE	-7,924471	7,183844	-1,10	0,270	-22,00455	6,155605
TAILLE ²	0,7609032	0,7212556	1,05	0,291	-0,6527317	2,174538
REVENU	0,00005*	5,20e-06	9,61	0,000	0,0000398	0,0000602
AGRI	-0,7608748*	0,2341819	-3,25	0,001	-1,219863	-0,3018867
ACCEAU	0,0208697	0,2607725	0,08	0,936	-0,4902351	0,5319745
SANTE	-0,629026**	0,3186021	-1,97	0,048	-1,253475	-0,0045774
_cons	15,68515	16,97701	0,92	0,356	-17,58918	48,95948
Mills lambda	-0,0047906	0,0030886	-1,55	0,121	-0,0108442	0,001263
rho	-0,53523	Wald chi2(11) = 2.88e+06; Prob. > chi2 = 0.0000				
sigma	0,00895062	*p < 0,1, **p < 0,05				
Number of obs. = 368; Uncensored obs. = 286; Censored obs. = 82						

Source : Auteur à partir des résultats de nos estimations sous STATA13

7. Conclusion

Ce travail a mis en évidence l'influence significative des variables socio-économiques de la demande d'assainissement sur le consentement à payer (CAP) par l'application de la méthode d'évaluation contingente (MEC). Son objectif, consiste à exprimer en grandeur monétaire ce que les ménages sont prêts à payer pour l'adoption des latrines « Ecosan ». Les résultats obtenus ont permis de tirer des leçons aussi bien méthodologiques, qu'analytiques et pratiques. A l'aide de la méthode d'évaluation contingente il est constaté que les ménages accordent une importance à l'adoption des latrines « Ecosan » et sont prêts à y contribuer financièrement. Ainsi, la méthode a montré que les ménages consentent payer pour l'adoption des latrines « Ecosan » un montant total de 94 196 413 FCFA, permettant d'amortir annuellement le coût de 314 latrines « Ecosan » dans la commune de Lokossa. Ce montant constitue d'une part, un outil d'aide à la décision en matière de politique environnementale d'hygiène et d'assainissement et d'autre part, une référence de base pour les recherches futures visant à appréhender des valeurs économiques de la demande d'assainissement au niveau communal et à éclairer les décideurs publics en matière de politique d'assainissement dans le Département du Mono et au Bénin en général. Mais au-delà de ce constat, les enseignements à tirer de ce travail sont nombreux. D'abord, le modèle utilisé pour déterminer le CAP estime l'inverse du ratio de Mills qui n'est pas significatif. Ceci indique que le processus séquentiel explique mieux la révélation du MCAP qu'un processus simultané (à une seule étape). Il y a donc absence de biais de sélection, et cela permet d'affirmer que le modèle à deux étapes de Heckman (1979) est mieux indiqué pour ce travail de recherche.

8. Références bibliographiques

- Altaf, M.A. et J.A. Hughes, (1994), Measuring the demand for improved urban sanitation services: results of a contingent valuation study in Ouagadougou, Burkina Faso. *Urban Studies*, 31 (4): pp. 1763-1776.
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Radner, R. & Schuman, H., (1993), Report of the NOAA panel on contingent valuation, *Federal Register*, vol. 58, n°. 10, pp. 4602- 4614.
- Austin, A. and L. Duncker (2002), Urine-diversion ecological sanitation systems in South Africa. SCIR. Pretoria, South Africa.
- Beauséjour, J. (2009), « *Alternatives à l'assainissement centralisé dans les pays en développement : le cas des zones périurbaines du Vietnam* », Thèse de doctorat (Ph.D), Université de Montréal, 307 p.
- Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement (CREPA), (2006 a), *Volet « technique » des ouvrages ECOSAN pour des options technologiques et une comparaison latrine VIP/Latrine ECOSAN*. Ouagadougou, Burkina Faso, octobre, 2006, 46 p.

- Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement (CREPA), (2006 b), *Volet « social » des ouvrages ECOSAN pour le changement des comportements*, Ouagadougou, Burkina Faso, octobre, 2006, 57 p.
- Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement (CREPA), (2006 c), *Volet « hygiène et santé » des ouvrages ECOSAN pour connaître et prévenir les risques sanitaires*, Ouagadougou, Burkina Faso, octobre, 2006, 55p
- Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement (CREPA), (2006 d), *Volet « agronomie » des ouvrages ECOSAN pour l'utilisation des produits dérivés de l'assainissement écologique en agriculture*, Ouagadougou, Burkina Faso, octobre, 2006, 34 p.
- Direction de l'Hygiène et d'Assainissement de Base (DHAB), (2010), *La gestion des excréta, des eaux usées et des boues de vidange. Plan d'Hygiène et d'Assainissement Communal (Fiche Technique N°1)*. Ministère de la Santé, Bénin, pp 1-26.
- Heckman, J. (1979), *Sample Selection Bias as a Specification Error*, *Econometrica* 47(1), pp.153- 162.
- Hutton, G., Haller, L., Bartram, J. (2007), « *Economic and health effects of increasing coverage of low cost household drinking-water supply and sanitation interventions to countries off-track to meet MDG target 10* », WHO Press,
- Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), (2015), *Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4) : Que retenir des effectifs de population en 2013 ?* Juin 2015, MDAEP/RB, 33 p.
- Kazi Faisal Bin Seraj, (2008), « *Willingness to Pay for Improved Sanitation Services and its Implication on Demand Responsive Approach of BRAC Water, Sanitation and Hygiene Programme* », Working Paper No. 1 BRAC
- Lare, A.L. (2012), *Analyse de la demande en assainissement amélioré des ménages : le cas des latrines écologiques à Dapaong au Nord du Togo*. CREAM/Université de Rouen, 34 p.
- Lauria, D.T., Alfredo, H.C., Anthony, A.K. (1997), « *Final Report on Willingness to Pay for Improved Water and Sanitation in Dakar* », a report to the Senegal National Water Society, the Government of Senegal And Word Bank. Chapel Hill, North Carolina.
- Marshall, A. (1890), *Principes d'Economie Politique*, édition électronique réalisée par Jean-Marie Tremblay, professeur de sociologie au Cégep de Chicoutimi, 673 p.
- Meyerhoff, J. et U. Liebe, (2006), *Protest Beliefs in Contingent Valuation: Explaining Their Motivation*, *Ecological Economics*, vol. 57, Issue 4, 1 June 2006, pp. 583-594.
- Milanesi, J. (2007), *La méthode d'évaluation contingente en question. Critique requalification et illustration par la mesure de la demande en assainissement à Moshi (Tanzanie)*. Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université de Pau et des Pays de l'Adour/ CREPAO/ CATDE, Tomes 1 et 2, 769 p.
- Morgan, P. (2007), *Toilets That Make Compost: Low-cost, sanitary toilets that produce*

- valuable compost for crops in an African context*. EcoSanRes Program, Stockholm Environment Institute, Sweden, 117 p.
- Nations Unies (2010), Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking Water; Consultable à l'adresse www.unwater.org/activities_GLAAS2010.html.
- Newborne, P. (2007), Assainissement et hygiène dans les pays en voie de développement : identifier les obstacles et y apporter des réponses. Étude de cas en République Démocratique du Congo, *TEARFUND*, février 2007, 56 p.
- Organisation Mondiale de la Santé/Fonds des Nations Unies pour l'Enfance (OMS/UNICEF), (2010), Progrès en matière d'assainissement et d'eau potable : Rapport 2010 consultable sur : www.unicef.org/eapro/JMP-2010Final.pdf
- Pellegrini, S. (2005), *Analyse comparative des méthodes économiques d'évaluation de la qualité de vie. Une application à la lombalgie chronique*. Thèse de doctorat en Sciences Economiques. Faculté des sciences économiques et sociales, Université de Neuchâtel, Suisse, 174 p.
- Perez, E. (2012), *Comment accélérer le développement de l'assainissement rural ?* Programme Eau et Assainissement (Water et Sanitation Program : WSP), juillet, 2012, 66 p.
- Pigou, A. C. (1920), *The economics of Welfare*, fourth edition, 1962, MacMillan, London, 876 p.
- Programme d'Appui au Démarrage des Communes (PRODECOM), (2006), *Monographie de la commune de Lokossa*. Mission de Décentralisation, Cotonou, République du Bénin, avril 2006, 54 p.
- Programme National de l'Eau : PNE-Bénin (2008), *Livre Bleu Bénin : L'eau, l'assainissement, la vie et le développement humain durable*, Programme National de l'Eau du Bénin, 103 p.
- Reveret, J.-P., Charron, I., St-Arnaud, R.-M. (2008), *Réflexions sur les méthodes d'estimation de la valeur économique des pertes d'habitats fauniques*. Groupe AGEKO pour le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement socio-économique, des partenariats et de l'éducation, Québec, 54 p.
- Schwartz, D. (1995), *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. 4^{ème} édition, Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.
- Tobin, J. (1958), Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. *Econometrica*, Vol. 26, No. 1, pp. 24-36.
- Water and Sanitation Program (WSP), (2012), « *Impacts économiques d'un mauvais assainissement en Afrique* », mars 2012, République du Bénin, 6 p.
- Whittington, D., D. T. Lauria, A. Wright, L. Choe, J. A. Hughes et V. Swama, (1993), Household demand for improved sanitation services in Kumasi, Ghana: a contingent valuation study. *Water Resources Research*, 29 (6): pp.1539-1560.
- Winblad, U. and M. Simpson-Herbert, (2004), *Ecological Sanitation - revised and enlarged edition*. SEI, Stockholm, Sweden.