



THESE DE DOCTORAT UNIQUE ES SCIENCES ECONOMIQUES

Thème

LES BENEFICES DE L'AMELIORATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE POUR LES MENAGES : L'EXEMPLE DE LA VILLE DE PARAKOU (BENIN)

Par : Yves Yao SOGLO

Directeurs : Taladidia THIOMBIANO
Anne Rozan

Jury :

Président :

Professeur Souleymane SOULAMA, Université de Ouagadougou
Membres

Professeur Marc WILLINGER, Université de Montpellier, France

Professeur Anne ROZAN, Université Louis Pasteur, France

Professeur Taladidia THIOMBIANO, Université de Ouagadougou

Docteur Abdoulaye OUEDRAOGO, Université de Ouagadougou

VISIBILITE

Cette thèse a été réalisée grâce à l'appui financier du Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire (PTCI) et de ses partenaires.

La faculté n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme étant propres à son auteur.

DEDICACE

A Mawugnon Yves Jr

REMERCIEMENTS

La rédaction de cette thèse n'aurait pas été possible sans le soutien et l'apport de nombreuses personnes et institutions. Je tiens à leur témoigner ici ma reconnaissance pour tous les efforts qu'ils ont déployés tout au long de mes travaux.

Je voudrais d'abord remercier mes directeurs de thèse, Le Professeur Taladidia THIOMBIANO de l'Université de Ouagadougou et le Professeur Anne ROZAN de l'Université Louis Pasteur (ULP) à Strasbourg.

Le Professeur THIOMBIANO a, malgré ses multiples occupations, accepté de m'encadrer depuis le DEA. Ses conseils et suggestions m'ont beaucoup aidé dans l'avancement de mes travaux. Il a toujours été une oreille attentive et était à l'écoute des différents et nombreux problèmes que j'ai rencontrés au cours de mes travaux, et je voudrais lui témoigner ici ma gratitude.

Le Professeur Anne ROZAN a spontanément accepté de co-diriger ma thèse. Elle a passé beaucoup de temps à lire et à corriger mes écrits. Elle a également associé plusieurs autres de ses collègues, notamment économètres qui m'ont beaucoup aidé pour mes estimations économétriques. Je la remercie également pour toute la logistique qu'elle a mise à ma disposition lors de mes séjours à Strasbourg.

Mes remerciements vont également à l'endroit de :

Professeur Kané KARAMOKO, qui m'a donné également beaucoup de conseils et a bien voulu lire la première mouture de mon projet de recherche. Je le remercie également pour les orientations lors de la rédaction de la thèse.

Le Professeur Fulbert GERO AMOUSSOUGA de l'Université d'Abomey-Calavi qui a été depuis mon inscription au troisième cycle un appui certain. Il m'a

co-dirigé en DEA et a toujours mis à ma disposition tous les moyens matériels et financiers nécessaires pour poursuivre mes travaux de thèse.

Le Professeur Souleymane SOULAMA de l'Université de Ouagadougou a accepté de lire ma thèse. Il m'a associé aux travaux de son laboratoire et j'ai ainsi assisté à plusieurs séminaires organisés dans le cadre de son laboratoire.

Le Professeur Olu AJAKAYIYE de l'African Economic Research Consortium (AERC), qui a bien voulu envoyer mon projet de recherche à deux lecteurs anonymes qui m'ont fait des remarques pertinentes et donné quelques orientations.

Le Docteur Pam ZAHONOGO qui était précédemment, l'assistant du Directeur du PTCI et qui m'a donné beaucoup de conseils. Il a accepté malgré ses multiples travaux de lire mon document. En plus, c'est le grand frère qui est à nos côtés à chaque instant et qui s'est toujours rendu disponible.

Je voudrais remercier également :

L'administration du PTCI, en particulier le Coordonnateur administratif et financier, Monsieur DIME que nous avons beaucoup dérangé et qui s'est toujours battu pour que nous ayons nos bourses en temps opportun. Il a également œuvré pour que nos voyages à l'extérieur se passe dans de bonnes conditions. Je remercie à sa suite Madame SOMDA, Madame LILIOU, Monsieur TRAORE, Monsieur LARE, Idam et Flavien.

L'administration de l'ULP, notamment Christine DEMANGE qui assure notre logistique lors de nos séjours à Strasbourg.

Certains Chercheurs du Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (BETA) de l'ULP, Mireille MATT, Sandrine SPAETER,

Je voudrais témoigner ma gratitude à mes parents et amis :

Charlotte pour toutes ces années que nous avons passées ensemble. Je remercie son frère Yves, ses sœurs Angèle, Huguette, Eugénie et Solange pour la franche amitié.

Je remercie ma mère Rosine, mes deux sœurs, Gisèle et Bernadette et leur mari Guy et Romain, mon frère Edouard et sa femme Joséphine, pour le soutien constant, aussi bien matériel que financier. Pendant toutes ces années, j'ai été, de leur part, l'objet de toutes les attentions. Je les remercie pour toute l'affection et l'amour qu'ils me témoignent à chaque instant. Ma stabilité, ma sérénité et l'inspiration dans la rédaction de cette thèse sont en grande partie dues à leur sollicitude. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance infinie.

Je voudrais faire une mention spéciale à ma mère, qui a sacrifié sa vie, ses joies et ses loisirs pour assurer notre éducation. Je suis conscient que je lui dois absolument tout : la vie et le reste. Je ne voudrais pas faire d'emphase mais je ne trouve pas le mot juste pour lui témoigner ma gratitude.

Je remercie :

Monsieur Koffi Aballo AMOUZOU du cabinet FICAO, son épouse et ses enfants à Lomé pour leur soutien et leurs conseils.

Bassidiki COULIBALY et son épouse Honorine qui m'ont accueilli à bras ouverts dans leur famille et grâce à qui, je n'ai jamais été dépaysé lors de mes séjours à Strasbourg.

Aurélie KONEN qui a gracieusement financé une partie de mes enquêtes et qui m'a encouragé à aller jusqu'au bout de ma thèse.

Joël NORET, socio-anthropologue de l'Université Libre de Bruxelles avec qui j'ai eu des discussions fructueuses concernant les mœurs des Béninois dans le domaine de la gestion et de la consommation d'eau.

Je voudrais également remercier mes collègues doctorants de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), Augustin, Victor, Emmanuel, Isaac et Sosthène, ainsi que ceux de l'Université de Ouagadougou, François, Ousmane, Souleymane, Dorine, Damien, Prosper, Alain et Abel. Je voudrais remercier particulièrement Charlemagne avec qui j'ai partagé le logement durant toutes ces années. Je n'oublie pas Isdine et sa sœur Zouréath.

Je m'en voudrais de ne pas remercier l'équipe d'enquêteurs qui, durant le mois de mars a bravé le soleil et la chaleur pour collecter les données, malgré la modicité de la rémunération. Roufaï CHABI, Djabirou SOULE, Ousmane ADJAÏ, Pierre SANOU, Hamidou CHABI, Sahadou CHABI et Salifou SABI, tous étudiants de l'Université de Parakou, se sont mis à ma disposition et ont travaillé avec moi avec beaucoup de sérieux et de détermination. Je n'aurais pas pu collecter mes données sans leur aide.

Je voudrais enfin remercier Corinne, qui occupe une place importante dans vie. Pendant toutes ces années elle a souvent été à mes côtés, m'a soutenu et encouragé. Elle s'est intéressée à mes travaux et a lu patiemment les différentes versions de ma thèse pour y corriger les nombreuses fautes.

Que toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'amélioration de cette thèse trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Malgré les efforts des uns et des autres pour améliorer la qualité de ce travail, il se peut que des insuffisances y demeurent. Si elles venaient à être décelées, j'en porte l'entière responsabilité.

SIGLES ET ACRONYMES

AERC	: African Economic Research Consortium
CAP	: Consentement à Payer
CAR	: Consentement à Recevoir
DEA	: Diplôme d'Etudes Approfondies
FMG	: Franc Malgache
MCD	: Méthode de Coût de Déplacement
MCO	: Moindres Carrés Ordinaires
MEC	: Méthode d'Evaluation Contingente
MPH	: Méthode des Prix Hédonistes
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
OCDE	: Organisation pour Coopération et le Développement Economique
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PTCI	: Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire
SONEB	: Société Nationale des Eaux du Bénin
UAC	: Université d'Abomey Calavi
ULP	: Université Louis Pasteur

RESUME

Cette thèse présente une évaluation contingente des bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable dans la ville de Parakou en République du Bénin. Les bénéfices générés par l'approvisionnement en eau potable sont nombreux. Parmi les plus importants, il y a les bénéfices en termes de santé publique, les bénéfices en termes de gain de temps et ceux en termes d'économie de ressources financières pour les ménages. Ces derniers sont souvent ignorés, et c'est pourquoi nous avons choisi d'insister sur les bénéfices en termes d'économie de ressources financières pour les ménages.

Pour ce faire, l'étude combine l'analyse statistique et l'analyse économétrique. L'analyse statistique nous a permis d'avoir une bonne connaissance de l'ensemble des variables. Pour l'analyse économétrique, nous avons choisi la méthode à deux étapes de Heckman. Cette méthode consiste à estimer dans un premier temps un modèle de type probit pour générer l'inverse de ratio de Mill, qui servira ensuite de régresseur dans un modèle de type MCO. L'objectif est d'éviter, le cas échéant, un biais de sélection lorsque l'estimation par les MCO ne concernerait qu'une partie de l'échantillon. L'enquête contingente a concerné 300 ménages choisis parmi ceux ne disposant pas d'un branchement individuel.

Le résultat le plus important, est que les bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable sont élevés et sont estimés à 274 F CFA par mètre cube d'eau achetée. Ce bénéfice traduit le coût d'accès à l'eau potable pour les ménages ne disposant pas de branchement individuel. Il est supérieur au prix

de vente d'un mètre cube d'eau par la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB), qui est chargée de la distribution d'eau dans la ville. Les bénéfices de l'approvisionnement en eau potable sont plus élevés pour les ménages qui s'approvisionnent chez les revendeurs d'eau que pour les ménages disposant d'une adduction collective. L'étude a montré en effet que les ménages ne disposant de branchement individuel d'adduction d'eau potable achètent l'eau à des prix très élevés, sans commune mesure avec le prix de vente de l'eau par la SONEB.

Cette étude soulève le problème de la capacité de certains ménages pauvres à payer pour l'eau potable, et vient remettre en cause les subventions accordées aux sociétés distributrices d'eau. L'objectif de redistribution de revenus, à la base de telles subventions n'est en effet pas atteint, puisque les ménages les plus pauvres n'en bénéficient pas.

SOMMAIRE

VISIBILITE	I
DEDICACE	III
REMERCIEMENTS	IV
SIGLES ET ACRONYMES	VIII
RESUME	IX
SOMMAIRE	1
LISTE DES TABLEAUX ET GRAPHIQUES	1
INTRODUCTION GENERALE	3
CHAPITRE 1 : ANALYSE ET ESTIMATION DE LA DEMANDE EN EAU POTABLE ..	11
CHAPITRE 2 : EVALUATION DES BENEFICES D'AMELIORATION DES SERVICES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	41
CHAPITRE 3 : ASPECTS METHODOLOGIQUES	84
CHAPITRE 4 : LES RESULTATS DE L'ENQUETE CONTINGENTE	111
CONCLUSION GENERALE	150
BIBLIOGRAPHIE	155
TABLE DES MATIERES	165

LISTE DES TABLEAUX ET GRAPHIQUES

Tableau 1 : Différentes mesures de surplus.....	59
Tableau 2 : Consentement à payer pour les quantités d'eau potable	72
Tableau 3 : Sources d'approvisionnement en eau des ménages	115
Tableau 4 : Mode d'approvisionnement d'eau à la SONEB	116
Tableau 5 : Prix d'achat de l'eau chez les revendeurs observé dans l'échantillon	116

Tableau 6 : Les usages selon la source d’approvisionnement	118
Tableau 7 : CAP moyens et médians en Francs CFA.....	125
Tableau 8 : Le CAP par catégorie socioprofessionnelle en F CFA	126
Tableau 9 : Le CAP par tranche de revenu en F CFA	126
Tableau 10 : CAP moyens et médians selon le mode d’approvisionnement en F CFA.....	127
Tableau 11 : Dictionnaire des variables	136
Tableau 12 : Résultats du modèle probit	137
Tableau 13 : Résultats de la régression linéaire	142
Tableau 14 : Modèle probit sur la question fermée	146
Graphique 1 : effets de la tarification sur la facture du consommateur	27
Graphique 2 : Droite de budget et tarification progressive	29
Graphique 3 : Surplus équivalent et surplus compensateur.....	60
Graphique 4 : Quantités moyennes d’eau consommées selon la catégorie socioprofessionnelle	120
Graphique 5 : Moyennes des consommation d’eau par tranche de revenu	121
Graphique 6 : raisons expliquant le refus de payer.....	123

INTRODUCTION GENERALE

Cette thèse analyse les bénéfices de l'approvisionnement en eau potable dans la ville de Parakou. Le résultat le plus important est que l'approvisionnement en eau potable occasionne des coûts supplémentaires importants, et que le coût de l'approvisionnement en eau potable est plus élevé pour les ménages qui achètent l'eau en détail auprès de revendeurs, que pour ceux qui disposent d'une adduction d'eau collective.

L'amélioration de l'approvisionnement en eau potable, génère des bénéfices importants, notamment en matière de santé publique, d'économie de ressources financières pour les ménages et en gains de temps. C'est pourquoi, les gouvernements des pays africains ont réalisé ces dernières années d'importants investissements en infrastructures économiques et sociales dont le volume peut être estimé à 4 % de leur production nationale brute (Banque mondiale, 1994). Dès lors, le nombre de personnes ayant accès aux services publics (santé, éducation) s'est accru, en même temps que l'accessibilité aux services téléphoniques, à l'électricité et à l'eau potable s'est nettement améliorée. L'effet sur la réduction de la pauvreté est évident, surtout sur l'environnement et la viabilité des ressources naturelles. Cependant, la réalisation de nombreux ouvrages (routes, barrages, retenues d'eau, etc.) n'a pas permis de combler le déficit en infrastructures, et des millions de personnes

n'ont pas accès à l'eau potable. Les populations concernées sont souvent les individus les plus pauvres des pays en voie de développement. En Afrique subsaharienne par exemple, plus de 50 % de la population n'a pas encore accès à une eau salubre et les maladies liées à l'eau (ver de guinée, fièvre typhoïde) sont encore fréquentes (OCDE, 2003). La dégradation des conditions climatiques ainsi que les pollutions de toutes sortes accentuent la précarité des conditions de vie des habitants en Afrique au Sud du Sahara.

L'accès à l'eau potable, réaffirmé au sommet mondial de l'eau à Kyoto en 2003, nécessite des investissements encore plus importants, mais il faut également mettre l'accent sur une meilleure gestion des infrastructures existantes. En effet, le taux de rentabilité des investissements réalisés est très faible et est de l'ordre de 9 % pour l'eau. Il y a d'une part, une mauvaise gestion des ouvrages réalisés, et d'autre part, une mauvaise évaluation de la demande qui conduit souvent à la réalisation de projets inadaptés. Ces contradictions naissent de la définition d'objectifs globaux qui ne tiennent pas compte des spécificités locales. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère par exemple qu'il faut 100 litres d'eau à un individu par jour alors que des études en Afrique subsaharienne ont montré qu'une cinquantaine de litres d'eau par personne et par jour sont largement suffisants. Dès lors, une réduction du gaspillage passe par une meilleure compréhension de

la demande pour un calibrage plus juste des projets (Zérah, 1995). Il est nécessaire de réorienter la réalisation des infrastructures vers une préoccupation de la demande et des besoins quantitatifs et qualitatifs des usagers, au lieu de l'importance traditionnelle accordée à l'offre (Israël, 1992). L'approvisionnement en eau est un secteur où la production est guidée par la logique de l'offre et par un protectionnisme des Etats qui conduisent à des politiques de prix subventionnés. Plusieurs études menées dans les zones arides ou semi-arides mettent l'accent sur la disponibilité de l'eau. L'attention est en effet focalisée sur les problèmes de pénurie à moyen et long termes, de sorte que les statistiques sur la disponibilité d'eau par habitant ou encore les pourcentages de la population ayant accès à l'eau potable sont considérés comme des indicateurs de performance. Les questions sur les préférences des ménages sont généralement peu abordées et cela conduit le plus souvent à la mise en place de politiques de redistribution de revenus peu propices aux contextes socioéconomiques de la demande d'eau (le cas de la tarification progressive en Afrique subsaharienne). Plusieurs autres études sur la valeur économique de l'eau mettent l'accent sur la valeur d'épuration, de dilution et de préservation des hydrosystèmes [(Rozan et al, 1999), (Point, 1999), (Stenger, 1997)] ; l'irrigation des cultures a également fait l'objet de plusieurs recherches, surtout aux Etats Unis [(Young et al, 1983), (Flinn et Musgrave, 1968)]. Les études sur la valeur économique de l'eau potable sont moins fréquentes. Les pouvoirs publics ont cependant

besoin de mettre en place des ouvrages d'adduction d'eau potable qui correspondent aux caractéristiques socioéconomiques de la demande.

L'estimation d'une fonction de demande met généralement l'accent sur la relation entre les quantités et les prix. L'eau est un actif non marchand vendu comme un service marchand et son caractère de bien social fait qu'elle n'est pas l'objet de transactions sur un marché. L'estimation d'une fonction de demande dans ce contexte soulève plusieurs problèmes puisque les prix observés ne sont pas ceux du marché.

L'eau est un bien à usages multiples et a un impact direct sur la santé et la vie économique ; les études dans ce secteur sont alors complexes. Il est intéressant d'étudier particulièrement les problèmes d'accès à l'eau potable, les coûts de cet accès et les bénéfices d'une amélioration de l'approvisionnement en eau potable, surtout dans les pays africains, notamment un pays comme le Bénin. Dans plusieurs études de la Banque Mondiale et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la rentabilité des investissements dans le secteur de l'eau et l'assainissement a été montrée, dans le domaine de la santé et en termes de gains de temps pour les ménages. Cependant, les bénéfices en terme d'économie de ressources financières pour les ménages sont souvent ignorés.

L'objectif de la thèse est l'analyse des bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable, particulièrement ceux en terme d'économie de ressources financières pour les ménages. Nous supposons que les bénéfices d'une amélioration de la fourniture d'eau potable sont plus élevés pour les ménages s'approvisionnant auprès des revendeurs que pour les ménages disposant d'un branchement collectif et que les caractéristiques socioéconomiques de la demande (plusieurs sources d'approvisionnement, gratuité de certaines sources) diminuent le CAP pour l'eau.

L'analyse des fonctions de demande d'eau potable peut permettre de mesurer certains bénéfices de l'approvisionnement en eau potable. Mais, l'estimation de telles fonctions de demande n'est pas aisée et ne fournit pas suffisamment d'informations en raison de la fixation des prix par les pouvoirs publics et de leur distribution non linéaire. Les considérations d'éthique et d'équité confèrent à l'eau des caractéristiques de bien social. Pour toutes ces raisons, les préférences ne sont pas correctement révélées. L'estimation d'une fonction traditionnelle de demande en eau potable ne permet pas de mesurer correctement les bénéfices. La mesure de tels bénéfices requiert donc d'autres techniques et nous avons donc été amenés à effectuer des choix méthodologiques.

Le principal choix méthodologique concerne la Méthode d'Evaluation Contingente (MEC) pour estimer le CAP. La MEC consiste par interrogation directe, à amener les agents économiques à exprimer leurs préférences.

Le questionnaire contingent a été réalisé, puis validé après un prétest. Ce prétest nous a permis de tester l'influence de la chronologie des questions sur la réponse des répondants. Nous avons choisi la chronologie qui peut permettre aux enquêtés d'exprimer aisément leur CAP. La technique de questionnement utilisée est celle de la carte de paiement, mais, nous avons au préalable posé une question pour identifier les personnes qui n'étaient pas prêtes à participer au programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Cette question nous permet comme le recommande le NOAA Panel (1993) d'éviter que le répondant révèle directement son CAP par une question ouverte.

Au cours de l'enquête contingente, nous avons expérimenté deux séquences : dans un premier temps, nous avons identifié par une question fermée les personnes qui étaient prêtes à participer au programme, et la question sur le montant du CAP a été posée uniquement à ces derniers. Etant donné que l'eau potable n'est pas gratuite, même si elle est vendue à prix subventionnée, nous donnons ensuite l'information sur le prix de vente actuel de l'eau

par la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) et nous demandons aux enquêtés s'ils étaient prêts à payer ce montant.

L'analyse des résultats de l'étude menée sur la ville de Parakou comporte deux étapes. Une analyse de statistique descriptive a d'abord permis d'avoir une bonne connaissance de l'ensemble des données. Nous avons ensuite procédé à une analyse économétrique. Un modèle probit a permis dans un premier temps, d'estimer la probabilité de participer au programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Un modèle linéaire a ensuite permis d'expliquer le montant du CAP. Nous utilisons la méthode de Heckman pour tenir compte de la sélection, puisque seul un sous-échantillon a été amené à révéler son CAP. Un CAP moyen a été ensuite calculé à partir de ces deux estimations.

Nous avons enfin estimé un deuxième modèle probit pour le traitement de la question fermée et calculé un CAP moyen, afin de comparer les résultats des deux modèles.

Le premier chapitre revient sur les problèmes méthodologiques lors de l'estimation d'une fonction de demande en eau potable et montre que les informations recueillies lors de ces estimations ne sont pas suffisantes pour la mesure des bénéfices qui nous intéressent. Le deuxième chapitre situe le problème de l'évaluation des bénéfices de l'approvisionnement en eau potable.

Nous présentons à cet effet, les différents bénéfices générés par l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Nous montrons que la Méthode d'Evaluation Contingente (MEC) est la mieux adaptée pour la mesure de tels bénéfices. Le troisième chapitre présente les aspects méthodologiques de l'étude et enfin, le quatrième chapitre analyse des résultats de l'enquête menée dans la ville de Parakou.

CHAPITRE 1

ANALYSE ET ESTIMATION DE LA DEMANDE EN EAU POTABLE

Introduction

L'eau est un bien indispensable à toute activité humaine, et elle est de plus en plus considérée comme un bien rare. Cette rareté de l'eau implique une gestion plus rigoureuse de la ressource. Il y a deux approches de gestion des ressources en eau : la gestion de l'eau pilotée par l'offre et, la gestion de l'eau, pilotée par la demande. La gestion de l'eau pilotée par l'offre est basée sur la recherche de nouvelles sources et la distribution d'eau aux agents économiques. La deuxième approche est la gestion de l'eau d'après la demande, et qui fait l'objet de ce chapitre. La gestion de l'eau en tenant compte de la demande des usagers est basée sur l'hypothèse que tous les agents économiques sont capables de payer leur consommation même si l'on reconnaît le droit à l'eau à chacun et à tous.

Dans l'analyse de la demande, l'accent est mis sur la relation entre les prix et les quantités. Il s'agit donc d'analyser les comportements des consommateurs face à différents niveaux de

prix. La logique économique privilégie les décisions privées d'allocation des ressources chaque fois que les conditions nécessaires au bon fonctionnement d'un système de marché sont en place. La théorie économique explique en effet comment une économie non contrôlée, où les décisions sont prises par des individus qui poursuivent leur intérêt personnel peut fonctionner efficacement, moyennant un certain nombre de conditions (main invisible). Or, l'eau en tant que bien, et les marchés où elle est achetée et vendue ne satisfont pas aux lois de l'offre et de la demande. La principale raison est qu'il est difficile de savoir exactement en quoi consiste l'utilisation de l'eau. Ces caractéristiques (mobilité, solvant, utilisation séquentielle, variabilité de l'offre, valeurs culturelles et sociales, etc.) font qu'elle est généralement fournie par le secteur public ou soumise à la réglementation. L'eau a en effet des attributs de bien public et de bien réseau, de sorte que la présence d'externalités conduit à des conflits entre les utilisateurs.

Ces raisons justifient l'intervention publique qui se manifeste par des monopoles dans la gestion de l'eau et une réglementation des prix. Dès lors, l'allocation de l'eau échappe aux lois de l'offre et de la demande et les prix observés ne sont plus ceux du marché. Cette pratique complique l'analyse de la demande d'eau dans la mesure où les décisions de consommation ne reflètent pas les

préférences des consommateurs et violent les lois microéconomiques de la demande.

Nous présentons dans ce chapitre les caractéristiques de l'eau (Section 1), les différents systèmes de tarification et leurs effets sur la demande (Section 2) et enfin, les formes fonctionnelles dans l'analyse et l'estimation des fonctions de demande d'eau potable (Section 3).

Section 1 : Caractéristiques et usages de l'eau

L'eau douce pour la consommation humaine se trouve généralement sous forme d'eau de surface (dans les lacs, les cours d'eau et les bassins de rétention d'eau) ou d'eau souterraine qui s'accumule dans les nappes phréatiques (dans les vides, le sable, les graviers, etc.). L'eau est classée parmi les ressources cycliques. Les caractéristiques de l'eau en tant que ressource naturelle, nécessitent que l'on précise en quoi consiste l'utilisation de l'eau.

1.1 Les caractéristiques de l'eau

L'eau a des attributs physiques et économiques qui en font une ressource particulière. Nous présentons ici certaines grandes caractéristiques de l'eau en suivant la classification de Bower (1963).

1.1.1 La mobilité et les propriétés de solvant

L'eau est un bien qui tend à s'écouler, s'évaporer, s'infiltrer et suinter. Ces attributs posent des problèmes quant à l'identification et à la mesure de la ressource. Les problèmes de localisation de l'eau empêchent également l'établissement d'un

droit de propriété exclusif (base de l'économie de marché) sur elle. L'eau est cependant abondante et est capable de dissoudre et de diluer pratiquement tous les déchets et les polluants. La mobilité et la capacité de dissoudre de l'eau en font, de ce point de vue, un bien non rival dans la consommation et un bien public. Cette caractéristique de l'eau explique d'ailleurs pourquoi la dimension quantité de l'eau est rattachée à la dimension qualité dans la définition de l'utilisation de l'eau.

1.1.2 Variabilité de l'offre et économies d'échelles

Les réserves d'eau varient dans le temps et dans l'espace. De même, la qualité de l'eau est susceptible de modification. L'offre de l'eau est également tributaire du cycle annuel des précipitations. Des événements inattendus (sécheresse, inondation) créent des problèmes qui peuvent être résolus plus économiquement quand ils sont pris en charge par les pouvoirs publics. Ce sont ces aspects qui inspirent la construction de barrages et de réservoirs de stockage pour harmoniser l'offre. Les économies d'échelles sont donc évidentes au niveau du stockage de l'eau, de son transport et de sa distribution. C'est pourquoi la fourniture de l'eau donne souvent lieu à la mise en place des conditions préalables aux monopoles naturels.

1.1.3 Utilisation séquentielle et complémentarité des produits

Il est rare qu'une eau soit entièrement consommée par un utilisateur en particulier. Une rivière donnée peut en effet être utilisée par plusieurs personnes tout au long de son cours, entre sa source et sa destination finale dans la mer ou dans une cuvette. Le flux de retour des utilisateurs situés en amont peut cependant être réduit en quantité et dégradé en qualité, ce qui est susceptible de créer de nombreux problèmes pour les utilisateurs situés en aval. Ces problèmes sont souvent à la base des conflits entre utilisateurs. La même eau peut en effet servir à plusieurs usages. Un réservoir peut emmagasiner de l'eau qui servira au contrôle des crues, à l'irrigation, à la production d'énergie et aux loisirs. La propriété privée ne peut en général capter qu'une partie de ces complémentarités. Ces différentes caractéristiques de l'eau justifient souvent l'intervention publique pour la gestion de l'eau, l'allocation et la fixation des prix. Elles permettent également de cerner les utilisations qui en sont faites.

1.2 Les utilisations de l'eau

On peut classer les utilisations d'eau en deux grandes catégories : les utilisations d'eau nécessitant un prélèvement de

celles ne nécessitant pas un prélèvement. La terminologie courante distingue les usages hors circuit des usages en circuit (Solley et al, 1983).

1.2.1 Les usages hors circuit

Les usages hors circuit sont ceux qui nécessitent un prélèvement d'eau à partir d'une nappe de surface ou une nappe souterraine ou encore le détournement d'un cours d'eau. Parmi les exemples d'usages en circuit possibles, nous pouvons citer :

- l'irrigation des cultures ;
- l'eau industrielle servant au refroidissement ou au nettoyage ;
- le lavage et l'élimination des déchets ;
- l'eau prélevée pour la consommation des ménages.

Avec la consommation, l'eau n'est plus disponible parce qu'elle a été incorporée à des produits, utilisée, c'est à dire retirée à l'environnement. Le prélèvement et la consommation sont donc deux notions essentielles quand on parle de l'utilisation de l'eau.

1.2.2 Les usages en circuit

Les usages en circuit sont ceux qui ne nécessitent aucun prélèvement et donc ne requièrent pas le détournement des eaux souterraine ou de surface. On peut citer par exemple :

- la production hydroélectrique ;
- la dilution des eaux usées ;
- l'aménagement des voies navigables dans un réseau fluvial.

Il est souvent difficile de mesurer les utilisations sans prélèvement puisque dans ces cas, l'eau n'est ni retirée ni consommée. Les problèmes se posent lorsqu'il faut faire un arbitrage entre les usages en circuit et les usages hors circuit. Dans le cas des usages hors circuit, des politiques sont souvent mises en place pour mesurer les quantités prélevées comme c'est le cas pour le prélèvement d'eau pour la consommation des ménages. Des politiques de prix sont alors mises en place pour faire payer les utilisateurs.

Section 2 : Le prix de l'eau

La fixation d'un prix pour l'eau conduit à retenir des prix arbitraires et à des niveaux faibles. Il s'agit de prix administrés qui apparaissent lorsqu'une agence a la responsabilité de gérer les ressources du domaine du public. Cette pratique qui ne permet pas de récupérer les coûts de production peut mettre en danger la rentabilité financière des projets d'alimentation en eau potable. Il peut néanmoins être plus important et moins coûteux de faciliter l'accès à une ressource en eau de bonne qualité (au risque d'un investissement difficile à rentabiliser) plutôt que de permettre et de favoriser l'apparition de maladies hydriques. Ce type de

considérations amène souvent les pouvoirs publics à tarifier l'eau selon le principe dit de la capacité à payer, qui est appliqué pour l'approvisionnement en eau des villages de plusieurs pays en développement et s'appuie lourdement sur le principe de l'équité. Ce principe est vivement remis en cause, car les critiques mettent en avant l'absence d'un test de marché qui servirait à découvrir si les usagers sont disposés à payer le coût total de la fourniture de l'eau potable (Coase, 1971).

Plusieurs auteurs (Coing et al, 1998 ; Etienne et al, 1998) estiment que les tarifs doivent couvrir un minimum de coûts, comprenant les frais de production, de distribution, de fonctionnement et de maintenance, et que les investissements de base peuvent être assurés par l'Etat ou par une entité territoriale disposant de l'assise financière. Dans la pratique, les systèmes de tarification ne permettent généralement pas de récupérer la totalité des coûts même avec un système de prix modulaire comprenant un prix égal au coût marginal plus une quote-part pour refléter les coûts fixes. Plusieurs systèmes de tarification sont utilisés ou ont été proposés : tarification forfaitaire pour laquelle les redevances ne dépendent pas directement du volume d'eau consommée, tarification dégressive par tranche où les tranches successives sont de moins en moins coûteuses, tarification croissante ou progressive où les tranches successives sont de plus en plus coûteuses, tarifs binômes

constitués d'une composante de tarification forfaitaire et d'une composante qui dépend du volume consommé.

2.1 La tarification de l'eau

Le prix de l'eau dépend des coûts de production (coût marginal, coût moyen) qui servent de base à la fixation des prix. Les systèmes de tarification dépendent ensuite des objectifs poursuivis par les agences de gestion de l'eau. Selon le cas, il peut s'agir d'une tarification progressive, dégressive ou d'une tarification fixe.

2.1.1 La tarification selon le coût de production

La tarification consiste à retenir des politiques dans un contexte d'objectifs multiples où l'efficacité d'allocation au sens de Pareto, l'équité dans la répartition du revenu et la justice dans la répartition des coûts sont des objectifs sociaux. Avant d'aborder les systèmes de tarification proprement dits, nous exposons les différents coûts qui entrent dans la fixation des prix.

2.1.1.1 La détermination des prix d'après le coût marginal

Les économistes préconisent généralement la tarification au coût marginal dans un souci d'efficacité de l'allocation de la ressource en eau. La tarification au coût marginal consiste à fixer un prix qui est égal au coût de production d'une unité supplémentaire d'eau. Les sociétés d'eau facturent donc généralement les coûts de production, de traitement et de distribution d'une unité supplémentaire d'eau. Les économistes s'accordent généralement aujourd'hui sur le fait que la manière la plus efficace de gérer de façon optimale les ressources du patrimoine naturel dont l'eau, est le recours au coût marginal (Warford, 1997 ; Chambouleyron, 2003). Qu'il s'agisse donc du prix marginal de court ou de long terme, la tarification au coût marginal est généralement adoptée par les gouvernements (Dalhuisen et al, 2001). Le recours à la tarification au coût marginal n'est pas systématique puisque la plupart des agences de l'eau exercent en situation de monopole, et le monopole atteint son équilibre en égalisant les coûts marginaux à la recette marginale, et le prix n'est donc pas d'office égal au coût marginal.

Picard (1994) a présenté les conditions dans lesquelles un monopole peut être amené à vendre un bien au coût marginal. La recherche du profit maximal par le monopole conduit parfois à un dysfonctionnement sur les marchés puisque le prix est supérieur au

coût marginal, et le surplus total n'atteint pas le maximum possible. C'est pourquoi lorsqu'il s'agit de la vente d'un bien de première nécessité, l'Etat peut contraindre le monopole à respecter certaines règles dans la fixation des prix, la tarification au coût marginal.

Ainsi, plutôt que de maximiser le profit, le monopoleur procèdera à la maximisation du bien-être qui peut être assimilé à la somme des surplus totaux. Ainsi, en fixant un prix égal au coût marginal et en produisant la quantité demandée par les consommateurs, le monopole sera amené à produire la quantité Y^* et à fixer un prix égal $p^* = Cm(Y^*)$.

La tarification au coût marginal soulève un certain nombre de problèmes surtout dans le cas où le coût marginal est inférieur au coût moyen. En effet, la tarification optimale qui consiste à égaliser le prix et le coût marginal conduit inévitablement au déficit du monopole. C'est généralement le cas des activités à rendements d'échelle croissants comme les monopoles publics produisant un seul bien. Pour résorber ce déficit, l'Etat met souvent en place des subventions dans le but de compenser le manque à gagner du monopole. Mais, de telles subventions sont de plus en plus difficiles à mettre en œuvre car les subventions au monopole sont généralement perçues comme une prime à la mauvaise gestion d'autant plus que le déficit est financé par des prélèvements fiscaux

qui peuvent conduire les ménages à modifier leur comportement dans un sens non souhaitable.

2.1.1.2 Le principe du coût moyen

Le principe du coût moyen a pour objectif la récupération de la totalité des coûts en faisant payer chaque unité du bien, d'après le coût moyen. C'est en principe un système simple qui permet aux utilisateurs de recevoir les signaux adéquats. Cependant, la base du calcul des coûts est, non pas le coût d'opportunité, mais les coûts historiques ou irrécupérables (Young et Haveman, 1992). Le problème est que dans certains endroits, l'eau n'est pas suffisamment rare pour justifier la mise en place de telles structures de prix. Une plus grande rareté peut inspirer la mise en place de systèmes de droits et de tarifs qui reflètent le coût des approvisionnements et l'évolution des coûts d'opportunité de l'eau (Randall, 1981).

C'est la règle de l'équilibre budgétaire, qui consiste à choisir une tarification de second rang contrairement à la tarification au coût marginal qui est un optimum de premier rang. L'optimum de second rang est obtenu en maximisant le surplus collectif sous la contrainte de l'équilibre budgétaire. Ces différents coûts servent de base aux différents systèmes de tarification.

2.1.2 Les systèmes de tarification

La tarification peut dépendre des volumes d'eau consommée et des caractéristiques socioéconomiques des ménages. De très nombreuses formules tarifaires sont utilisées. Le type de tarification revêt une grande importance car il a des effets sur la demande des ménages, notamment sur les élasticités prix et revenu de la demande. Quelque soit le type de coût utilisé (coût marginal ou coût moyen) pour fixer le prix de l'eau la politique de tarification adoptée par les décideurs prend généralement trois formes : tarification constante, tarification progressive, tarification dégressive.

2.1.2.1 La tarification constante

La tarification constante consiste à tarifier l'eau au même prix quelque soit le volume d'eau consommée. En général, la tarification peut être binôme ou monôme. Dans le cas d'une tarification binôme, le consommateur paie une partie fixe (une redevance) qui ne dépend pas du volume d'eau consommée et une partie qui concerne la quantité d'eau effectivement consommée. La tarification monôme peut être une tarification volumétrique sans partie fixe ou un forfait payé quelque soit le niveau de consommation. Ce système de tarification est de moins en moins utilisé car il ne permet pas de différencier les gros utilisateurs d'eau des ménages à faible

consommation. La tendance est donc de faire varier le prix de l'eau selon la quantité consommée en faisant payer les ménages selon des tranches.

2.1.2.2 La tarification progressive

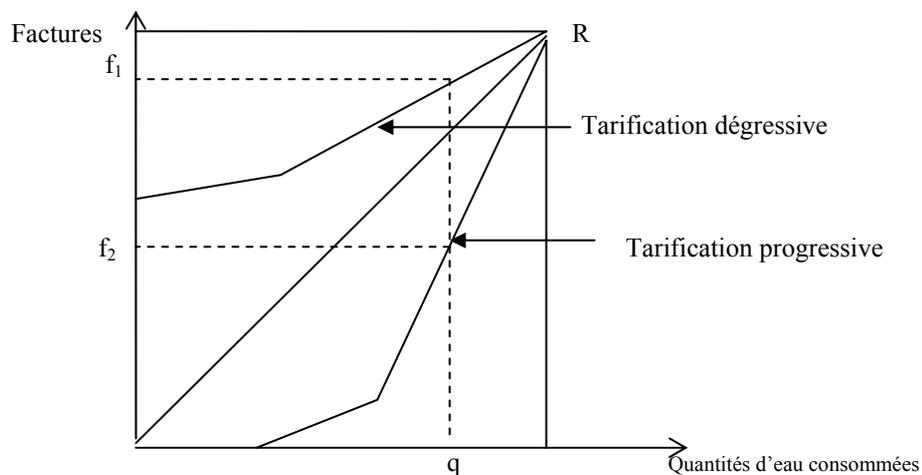
La tarification progressive est un système dans lequel le prix du mètre cube augmente avec le niveau de consommation. La tarification progressive peut également comporter un terme fixe ou non. Elle permet de réduire le prix de l'eau pour les ménages pauvres et pour les besoins fondamentaux. La tarification progressive est utilisée dans beaucoup de pays (développés ou en développement). Cette forme de tarification est souvent couplée avec des mesures sociales comme la subvention de la première tranche, pour faciliter l'accès à l'eau potable pour les ménages à faible revenu. On remarque cependant que dans les pays en voie de développement, certaines caractéristiques socioéconomiques de la demande d'eau (comme le fait de se regrouper à plusieurs autour d'un même compteur) amènent les ménages hors de la tranche subventionnée.

2.1.2.3 La tarification dégressive

Dans le cas de la tarification dégressive, les premiers mètres cubes consommés sont plus chers que les derniers mètres cubes. La tarification dégressive peut également être fondée sur un terme fixe et un terme proportionnel à la consommation. Ce système de tarification est favorable aux gros utilisateurs d'eau et conduit au gaspillage. Par contre, il pénalise les ménages à faible consommation et rend difficile la vente de l'eau à un prix abordable aux consommateurs qui ont de faibles ressources. La tarification dégressive est de moins en moins utilisée car la tendance est à l'utilisation de la tarification progressive. L'OCDE (2004) recommande en effet, l'utilisation de la tarification progressive comme moyen d'atteindre simultanément des objectifs sociaux, environnementaux et économiques. On considère en effet la tarification progressive comme un moyen de redistribution du revenu au profit des ménages pauvres et à faible consommation.

Le graphique 1 présente les tarifications progressives et dégressives et met en exergue les effets de la tarification sur la facture du consommateur.

Graphique 1 : effets de la tarification sur la facture du consommateur



On remarque ainsi qu'à niveau de consommation égale les factures d'eau seront plus élevées pour une tarification dégressive que pour une tarification progressive, tant que le volume consommé est inférieur à R. Les systèmes de tarification ont souvent des effets sur la demande d'eau des consommateurs, ce qui ne facilite pas l'analyse et l'estimation des fonctions de demande.

2.2 Les effets de la tarification sur les paramètres de la demande

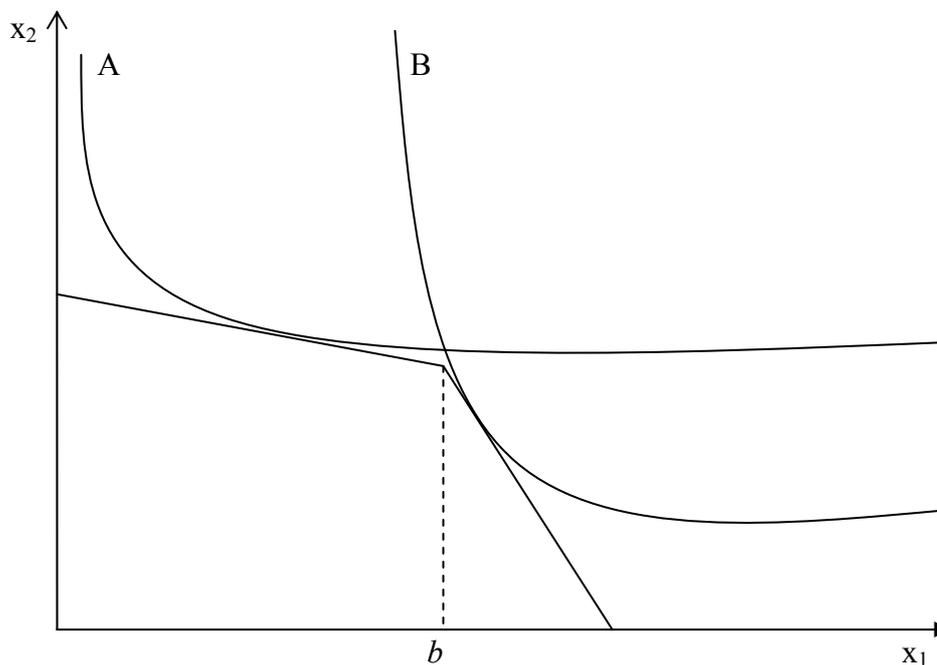
La tarification a des effets sur la demande des ménages, notamment sur les élasticités prix et revenu de la demande. Une complication supplémentaire est que les prix sont généralement fixés suivant des critères d'équité sociale et donc on ne dispose en

réalité pas d'informations sur les préférences des ménages. Pourtant, la plupart des pays utilisent des systèmes de tarification complexes (Hewitt et Hanemann, 1995), ce qui rend l'analyse microéconomique de la demande d'eau fastidieuse. En effet, les tarifications progressive ou dégressive violent les lois microéconomiques de la théorie de la demande du consommateur (Dalhuisen et al, 2001). La présence de bloc de tarification progressive ou dégressive rend les courbes de budget non linéaires ; le problème du choix microéconomique dans ce cas est plus complexe que dans le cas d'un prix (exogène) unique et constant où les consommateurs maximisent leur utilité sous la contrainte de leur budget (Moffitt, 1986 ; Rietveld et al, 1997).

2.2.1 Les effets d'une droite de budget non linéaire

Lorsque la droite du budget est non linéaire, les consommateurs ayant des revenus différents mais les mêmes préférences font face à des prix moyens et marginaux différents. Le graphique 2 montre les conséquences d'une tarification progressive.

Graphique 2 : Droite de budget et tarification progressive



Le graphique 2 présente deux consommateurs A et B disposant d'un même revenu, mais ayant des préférences différentes. L'axe des abscisses représente les quantités d'eau demandées (x_1) et l'axe des ordonnées la demande pour l'ensemble des autres biens (x_2).

Lorsque la quantité d'eau consommée est inférieure à b , le consommateur paie un prix relativement bas : p_1 et au delà de b , il paie un prix plus élevé, p_2 ; $p_2 > p_1$. Le consommateur B a une grande préférence pour l'eau et le consommateur A une grande préférence pour les autres biens comme représenté sur le graphique. On observe que selon leur préférence, les consommateurs peuvent faire face à des prix marginaux et moyens différents. En plus, les

consommateurs de la première tranche ne sont pas affectés par les changements de prix de la deuxième tranche et l'élasticité-prix de la demande d'eau peut être nulle pour certains consommateurs si ce sont uniquement les prix de la deuxième tranche qui varient. Symétriquement, les consommateurs ayant des revenus différents et des préférences identiques feront également face à des prix marginaux et moyens différents. Les consommateurs ayant un revenu relativement élevé seront confrontés à des prix marginaux et moyens plus élevés, et ceux ayant un revenu moins élevé feront face à des prix marginaux et moyens plus faibles. Les lois microéconomiques de la demande ne sont donc plus respectées et les élasticités (prix et revenu) dérivées dans de telles conditions ne sont pas représentatives.

2.2.2 Les effets de la tarification sur les élasticités prix et revenu

Les politiques de gestion de la demande d'eau et les systèmes de tarification sont faciles à mettre en place quand il est possible de mesurer les réponses des consommateurs aux changements de prix et de revenu. Il existe dans la littérature, plusieurs études sur les élasticités prix et revenu de la demande d'eau potable. Les élasticités prix de la demande d'eau potable varient entre -7,5 et +7,9 ; tandis que les élasticités revenu varient entre -0,9 et +7,8 (Dalhuisen et al, 2001). Ces grands intervalles sont surprenants. On

s'attend en effet à ce que les élasticités prix et revenu de la demande varient peu et ne soient pas proche de zéro. En effet, dans le cas où les élasticités prix sont proches de zéro, toute politique de gestion de l'eau visant à réduire la demande est vouée à l'échec. Il est possible que dans certains cas, le prix soit si faible que toute augmentation affecte sensiblement la demande des consommateurs. D'un autre côté, les consommateurs ont besoin d'un minimum d'eau pour vivre de sorte qu'il ne doit pas être surprenant que la demande d'eau soit inélastique par rapport au prix. Espey et al. (1997) ont montré que les élasticités prix et revenu sont en réalité affectées par les systèmes de tarification qui rendent les courbes de demande non linéaires.

Les paramètres obtenus en estimant des fonctions de demande dans ces conditions sont donc biaisés. Plusieurs méthodes d'estimations ont été testées pour corriger le caractère discontinu des courbes de demande d'eau potable.

Section 3 : Les formes fonctionnelles dans l'analyse et l'estimation des fonctions de demande d'eau potable

Nous avons présenté dans les sections précédentes les caractéristiques de l'eau en tant que ressource naturelle non

marchande vendue comme un service marchand. Ces caractéristiques font que la vente et l'achat de l'eau ne se font pas selon les lois du marché. La recherche d'une forme fonctionnelle pour l'estimation de la demande en eau potable requiert parfois des techniques particulières. Nous présentons quelques unes des formes fonctionnelles de demande en eau potable et à la suite nous donnons quelques exemples empiriques.

3.1 Les formes fonctionnelles dans l'analyse et l'estimation des fonctions de demande d'eau potable

Le choix d'une forme fonctionnelle pour l'estimation d'une fonction de demande d'eau potable dépend des variables utilisées et des types de données disponibles.

3.1.1 Les variables

L'approche économique de l'estimation de la demande d'eau potable consiste à mettre en relation les quantités d'eau consommées avec le prix et d'autres variables telles que le revenu, et les caractéristiques socioéconomiques des individus. L'accent est donc mis sur la relation entre les prix et les quantités. Les autres variables permettent le calibrage de la fonction de demande.

3.1.1.1 Le prix de l'eau

La demande d'eau potable est souvent inélastique par rapport au prix. Il en est ainsi parce que l'eau n'a pas de substitut et que les factures d'eau représentent souvent une infime partie du revenu des ménages. Les prix jouent cependant un rôle important dans la gestion de la demande d'eau potable, tant que l'élasticité est différente de zéro. Nous avons présenté dans la section précédente les difficultés d'analyse de la demande lorsque l'eau est tarifiée par tranche. L'augmentation du prix à l'intérieur d'une tranche n'affecte pas les consommateurs de la tranche inférieure et n'a donc pas d'effet sur les prix marginaux. Or dans l'analyse et l'estimation des fonctions de demande, plusieurs économistes préconisent l'utilisation du prix marginal (Taylor, 1976 ; Arbués et al, 2000). Ils montrent en effet que les consommateurs réagissent aux prix marginaux. Le problème, comme le montre Taylor (1975), est que les prix marginaux ne sont pas influencés par les changements de prix à l'intérieur des tranches. Plusieurs estimations ont donc été faites sur la base du prix marginal correspondant à la tranche de consommation du ménage (Taylor, 1976 ; Nordin, 1976). Schefter et David (1985) considèrent que les effets des changements de prix (prix marginal) à l'intérieur des tranches ne sont pas correctement spécifiés, ce qui biaise les résultats. L'alternative est l'utilisation des prix moyens comme c'est le cas dans beaucoup d'études (Martin et Wilder, 1992 ; Nieswiadomy, 1992 ; Stevens et al, 1992). On

remarque cependant que les consommateurs réagissent davantage aux prix moyens retardés qu'aux prix moyens courants (Charney et Woodard, 1984). Les factures d'eau sont reçues après la période de consommation et la question qui se pose est de savoir s'il faut utiliser les prix moyens courants ou retardés dans la spécification du modèle. Les consommateurs n'ont pas toujours d'information sur le prix courant. Le choix du type de prix est donc sujet à controverse.

3.1.1.2 Les autres variables

En dehors du prix de l'eau, plusieurs autres variables expliquent la demande en eau potable. Parmi ces variables, il y a le revenu. Le revenu dont il s'agit ici est le total du revenu de la période considérée. Certains auteurs utilisent le revenu par tête. Il arrive parfois que la valeur de l'habitation soit utilisée en complément du revenu (Dandy et al, 1997 ; Arbués et al 2000) et peut être considérée comme une évaluation de la richesse des ménages. Le problème est que le plus souvent, cette variable est corrélée au revenu et certaines autres variables couramment utilisées dans les spécifications des fonctions de demande d'eau potable. Pour corriger cet inconvénient, Jones et Morris (1984) proposent d'approximer le revenu du ménage par le niveau d'études du chef de ménage, la possession d'une voiture et la valeur et l'âge

de l'habitation. Les personnes aisées ne sont souvent pas sensibles aux variations du prix de l'eau car la part que représente la facture d'eau dans leur consommation est faible. Agathe et Billings (1997) et Saleth et Dinar (2000) proposent donc d'analyser la demande d'eau potable pour différents niveaux de revenu.

Les conditions climatiques ou la pluviométrie sont des variables qui ont été également utilisées dans certaines études mais ces variables conviennent le plus souvent à des séries temporelles. Il est également courant d'utiliser la taille du ménage qui est susceptible d'augmenter la consommation d'eau dans le ménage. Les ménages possédant des enfants pourraient utiliser davantage d'eau dans la mesure où les enfants et les adolescents ont tendance à gaspiller. Les grandes personnes sont supposées utiliser l'eau avec plus de prudence. Ces hypothèses ont été confirmées dans des études comme celles de Nauges et Thomas (2000) par exemple. Il est également courant d'utiliser certaines caractéristiques d'habitation comme la possession d'une lessiveuse, d'une baignoire, et parfois la fréquence des factures d'eau.

3.1.2 Les types de données utilisées

Les données utilisées dans l'estimation des fonctions de demande sont souvent les séries temporelles et les données en coupe transversale.

Dans plusieurs études, les auteurs ont utilisé des données agrégées par tranche pour estimer les fonctions de demande d'eau potable. Le plus souvent, l'estimation de la demande d'eau se fait au niveau des communes. Cependant, en théorie, la meilleure approche est d'estimer la demande d'eau potable en utilisant des données microéconomiques au niveau des ménages (Young, 1996). On remarque pourtant qu'il y a eu très peu d'études utilisant des données microéconomiques car elles nécessitent la collecte d'un grand volume d'informations.

Ceci est également dû au fait que les variables incluses dans l'estimation d'une fonction de demande individuelle d'eau (en particulier le revenu) ne permettent pas toujours d'obtenir des données fiables. Il y a néanmoins eu quelques études au niveau microéconomique (Nieswiadomy et Molina, 1989 ; Maresca et al, 1997 ; Arbués et al, 2000).

Pour ce qui est des séries temporelles, il y a également quelques études mais elles sont peu nombreuses. Parmi les études utilisant des séries temporelles, on peut citer Schneider et Whitlatch

(1991) et Billings et Agathe (1998). Les résultats de ses études ne peuvent pas être considérées comme pertinentes, car non seulement elles sont basées sur des séries très courtes, mais en plus, les prix varient très peu dans la distribution.

Une autre approche des séries temporelles est l'utilisation des données de panel. On obtient une augmentation du nombre d'observations en combinant des observations sur les individus avec celles sur les séries temporelles.

3.2 Quelques exemples d'estimation de demande en eau potable

Les travaux sur l'estimation des fonctions de demande en eau potable sont nombreux. La technique la plus fréquemment utilisée est la méthode des moindres carrés ordinaires. Les autres fonctions de demande d'eau potable ont été estimées avec des modèles linéaires sous données de panel ou encore avec des modèles de séries temporelles.

Les données utilisées sont le plus souvent des données transversales en coupe instantanée. On remarque cependant que les données sont souvent des données agrégées au niveau des communes ou du département, et même parfois l'étude est menée à l'échelle de la nation.

Ainsi, Point (1993) a estimé la demande en eau potable dans le département de la Gironde. Il s'agissait d'une analyse en coupe instantanée. Les unités statistiques étaient les communes. Les estimations conduites à la détermination d'une fonction de demande inélastique par rapport au prix. Parmi les variables utilisées, ce sont notamment les prix moyens qui se sont révélés significatifs. La France est en effet l'un des rares pays où la tarification de l'eau est dégressive ; or Nieswiadomy et Molina (1991) avaient déjà montré que lorsque les consommateurs sont confrontés à des tarifs marginaux constants ou décroissants, ils réagissent au prix moyen. Par contre, face à des blocs de tarifs croissants, ce sont les prix marginaux qui sont significatifs. L'utilisation de données agrégées dans l'estimation des fonctions de demande d'eau potable n'est cependant possible que si chaque département ou commune applique sa politique de tarification de manière que les prix soient différents d'une commune à l'autre. Si les prix sont uniformes, comme c'est souvent le cas dans certains pays en développement, l'estimation d'une fonction de demande à partir de ces prix ne serait pas économétriquement possible. C'est ce qui explique le plus souvent le recours à des données microéconomiques pour estimer la demande en eau potable dans ces pays.

Ainsi, Jaglin et al (1998), Etienne et al (1998) et Whittington et al (1992) ont estimé dans différentes villes africaines des

fonctions de demande d'eau potable en utilisant des informations collectées auprès des ménages. Les caractéristiques socioéconomiques de la demande d'eau dans certaines villes africaines sont telles que le coût d'accès à l'eau pour les ménages est très différent.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les caractéristiques qui font de l'eau un bien particulier. Le fait que l'eau soit intimement liée à l'activité économique et qu'elle soit un bien vital, limite les transactions sur un marché.

La gestion de l'eau se fait alors sur des principes de justice sociale et d'équité. Il en résulte des politiques de tarification qui visent d'une part, à mieux gérer la ressource, et d'autre part, à en permettre l'accès aux plus démunis. Nous avons également présenté dans ce chapitre les difficultés pour estimer de manière correcte une fonction de demande en eau potable, puisque le consommateur ne reçoit pas les signaux appropriés.

Nous pensons que les fonctions de demande estimées dans ce contexte ne permettent pas de gérer correctement la ressource. Le prix de l'eau n'est pas en effet une mesure correcte de la valeur de la ressource, puisque ce prix est fixé dans des conditions telles qu'il ne permet pas de révéler les préférences du consommateur. Nous présentons donc dans le chapitre suivant, les bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Nous présentons ensuite quelques techniques de valorisation des actifs du patrimoine naturel, et discutons de leur pertinence pour mesurer la valeur d'un actif non marchand vendu comme un service marchand.

CHAPITRE 2

EVALUATION DES BENEFICES D'AMELIORATION DES SERVICES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les fondements de l'analyse et l'estimation des fonctions de demande en eau potable. Nous discutons dans celui ci, des divers bénéfices générés par une amélioration de l'approvisionnement en eau potable et nous présentons les méthodes de valorisation des actifs du patrimoine naturel. L'objectif de cette présentation est de choisir la meilleure méthode d'évaluation des bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable.

Nous discutons donc tour à tour des différentes méthodes et nous présentons les avantages et les inconvénients de chacune d'elle. Nous présentons également la technique de mise en œuvre. L'étude de ces différentes méthodes justifie l'utilisation de la méthode d'évaluation contingente pour évaluer le bénéfice qui nous intéresse, l'économie de ressources financières induites par un meilleur approvisionnement en eau potable.

La première section analyse les bénéfices générés par l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. La deuxième section fait donc le point sur lesdites méthodes. Nous y discutons des difficultés de mise en œuvre. La MEC est une méthode d'évaluation directe qui permet par le biais d'un scénario hypothétique d'amener les agents économiques à exprimer leurs préférences. Il y a néanmoins des biais liés à la méthode. Nous présentons donc ces biais possibles et discutons des techniques utilisées pour les minimiser.

Dans la troisième section, nous discutons de l'adéquation de la MEC à évaluer les bénéfices d'approvisionnement en eau potable. L'eau est en effet un bien environnemental particulier, un service non marchand vendu comme un service marchand. Nous pensons donc que la révélation des valeurs avec la MEC est plus aisée.

Section 1 : Les bénéfices de l'approvisionnement en eau potable

Les enjeux de l'approvisionnement en eau potable sont avant tout des enjeux sanitaires et humains, mais ils incluent également des enjeux sociaux et économiques. La déclaration du millénaire des Nations Unies confirme que l'eau joue un rôle central dans le développement durable, et qu'un plus large accès à l'eau potable peut se révéler décisif dans la réduction de la pauvreté (OCDE, 2004). Les stratégies de réduction de la pauvreté étant au cœur des programmes de développement actuels, les avantages sanitaires et socio-économiques d'un meilleur accès à l'eau potable justifient que l'on consacre des ressources à ce domaine. Mais les investissements nécessaires à l'amélioration de l'approvisionnement en eau sont lourds et coûteux et sont évalués par l'OMS à environ 136 milliards de dollars US. Cependant, plusieurs études (OMS, 2004) ont montré que ces investissements peuvent être rentables à long terme. L'OMS estime en effet que le retour sur un investissement de 1 dollar US serait de l'ordre de 4 dollars. En conclusion, c'est la prise en compte de tous les bénéfices et des coûts qui font pencher la balance en faveur d'une intervention dans l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. La rentabilité à long terme d'investissement très coûteux à court terme, est le résultat de certains bénéfices qui découlent de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable, dont les plus importants sont

les bénéfiques en termes de santé (paragraphe 1), les bénéfiques en termes d'économie de ressources financières pour les ménages (paragraphe 2) et les bénéfiques en termes de gains de temps (paragraphe 3).

1.1 Les bénéfiques en termes de santé publique

L'absence d'approvisionnement en eau potable est la principale cause de morbidité et de mortalité dans le monde (OCDE, 2004). D'après les estimations de la Banque Mondiale, l'eau de mauvaise qualité est la cause de 5 millions de décès par an, la plupart dans les pays en développement. De plus, la majorité de la population des pays en développement souffre d'une ou de plusieurs des six principales maladies hydriques suivantes : Diarrhée, ascariase, dracunculose, ankylostomiase, bilharziose et trachome. Le coût de ces différentes maladies s'élève à plusieurs millions de dollars US par an et vient greffer le budget déjà très insuffisant des pays en développement.

Même dans les pays développés, plusieurs épidémies de maladies hydriques ont été signalées, notamment des infections liées aux parasites protozoaires tels que l'Escherichia Coli. Par exemple, une épidémie de ce parasite a causé en 2000 dans la

province de l'Ontario au Canada, plus de 23000 cas d'infections et six décès.

Une autre épidémie due au parasite cryptosporidium a été signalée dans plusieurs villes des Etats Unis. Rien qu'à Milwaukee, la principale ville du Wisconsin, 400 000 habitants ont été infectés et plus de 60 décès ont été enregistrés. Le coût de cette seule maladie a dépassé les 54 millions de dollars US (Craun et al, 2002).

Pourtant, l'investissement dans la recherche a permis de réduire la propagation du choléra et de la fièvre typhoïde, d'origine hydrique dont les épidémies causent la mort de plusieurs personnes et invalident une frange importante de la population active. Les bénéfices en termes de santé publique d'un meilleur approvisionnement en eau potable sont donc nombreux. Une bonne alimentation en eau potable permet d'éviter d'importantes dépenses qu'occasionnent les maladies hydriques, en même temps qu'elle préserve la population active d'un décès ou d'une invalidité totale ou partielle. La réduction de ces épidémies devrait permettre une meilleure utilisation des dépenses publiques dans le domaine de la santé, ce qui renforcerait la lutte contre la pauvreté. Les objectifs de réduction de la pauvreté passent également par une utilisation plus rationnelle des ressources dont disposent les ménages.

1.2 Les bénéfiques en termes d'économies de ressources financières pour les ménages

Parmi les stratégies de réduction de la pauvreté, un accent particulier est mis sur la réduction de la pauvreté monétaire. L'objectif est de permettre aux ménages des pays en développement de disposer d'un minimum de ressources pour faire face à certaines dépenses de première nécessité. C'est pourquoi, malgré les coûts de plus en plus importants que nécessitent le traitement et la distribution de l'eau, les gouvernements subventionnent la distribution d'eau potable pour en permettre l'accès à un grand nombre de personnes. Cependant, les caractéristiques socioéconomiques de la demande d'eau potable et l'insuffisance d'infrastructures ne permettent pas à tous les ménages (surtout les ménages les plus pauvres) de bénéficier de la subvention de l'Etat. La vétusté du réseau et la lenteur dans la viabilisation des zones habitables handicapent l'extension du réseau. Il en résulte une forme particulière de distribution d'eau qui occasionne des surcoûts pour les ménages. Il s'agit de vendeurs d'eau qui se sont substitués aux réseaux officiels de distribution, et qui vendent l'eau aux ménages à des prix pouvant atteindre 4 fois le prix de vente officiel. Les ménages achètent l'eau très chère, et ces dépenses représentent une partie importante de leur budget. Une amélioration de l'approvisionnement est susceptible de diminuer le coût d'accès à l'eau potable pour les ménages. Cela se traduit par un desserrement

de la contrainte budgétaire (déplacement de la droite de budget vers la droite) qui est synonyme d'augmentation du revenu réel des ménages. L'économie ainsi réalisée pourrait être affectée à d'autres dépenses. Mais l'économie de ressources financières ne constitue pas le seul bénéfice pour les ménages.

1.3 Les bénéfices en termes de gain de temps

La faible extension du réseau de distribution d'eau dans les villes des pays en développement, fait que le point d'approvisionnement d'eau est généralement très éloigné du domicile des ménages. De ce fait, les ménages ne disposant pas de point d'eau à proximité mettent énormément de temps à s'approvisionner en eau potable. Or, les ménages peuvent réaliser a un gain de temps qui résulterait de la proximité des installations d'approvisionnement en eau.

On obtient ce gain de temps en déplaçant par exemple, le point d'eau sur un emplacement plus proche des utilisateurs, ou en installant l'eau courante à domicile. Un tel gain de temps permet une production plus accrue, un taux de scolarisation plus élevée et une augmentation du temps de loisir. Dans une étude effectuée par l'OMS en 2004, la valeur du gain de temps a été estimée, en multipliant les pertes de temps par le taux de salaire minimum en

vigueur dans chaque région. La valeur annuelle du gain de temps pourrait s'élever à 405 milliards de dollars US pour l'ensemble de la population des pays en développement. Les bénéfices de l'approvisionnement en eau potable sont importants, mais la réalisation de ces bénéfices nécessite de gros investissements. Parmi les bénéfices précités, ceux en termes de gains de temps et ceux en termes de santé publique ont fait l'objet de plusieurs études menées notamment par la Banque Mondiale et l'OCDE. Les études sur les bénéfices en termes de ressources financières pour les ménages sont moins fréquentes et nous proposons d'estimer ces derniers, car ils pourraient être importants pour les ménages. Nous présentons dans la section suivante les méthodes qui permettent d'estimer la valeur des environnements non marchands vendus comme des services marchands.

Section 2 : Les méthodes d'évaluation des actifs du patrimoine naturel

La plupart des actifs du patrimoine naturel n'ont pas de prix. Ils sont cependant utilisés, et leur caractère de bien rival crée de nombreux problèmes en économie. Pour amoindrir ces problèmes, notamment les externalités, il existe plusieurs techniques pour évaluer les biens environnementaux. L'objectif de cette section est d'analyser la capacité de chacune des méthodes à contribuer à

l'évaluation des bénéfices qui nous intéressent : les bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable en termes d'économie de ressources financières pour les ménages. Nous présentons dans les paragraphes suivants les méthodes directes d'évaluation des éléments du patrimoine naturel (Paragraphe 1) et les méthodes indirectes d'évaluation (Paragraphe 2).

2.1 Les méthodes indirectes

Les méthodes indirectes d'évaluation des actifs du patrimoine naturel sont essentiellement la méthode des coûts de déplacement et la méthode des prix hédonistes.

2.1.1 La Méthode des Coûts de Déplacement (MCD)

La méthode des coûts de déplacement (MCD) a été initialement conçue pour évaluer la demande de loisirs des agents économiques. Elle a été suggérée par Hotelling (1938) mais la méthode a ensuite été reprise et élaborée par Clawson et Knetsch (1967). L'objectif de la MCD est donc d'établir une demande de fréquentation des sites naturels, touristiques ou de loisirs, etc.

L'idée est que les dépenses consenties par les ménages pour se rendre sur les sites et, le cas échéant, les droits d'entrée qu'ils y

payent constituent une révélation de la valeur qu'ils attachent à l'existence du site. L'évaluation monétaire du temps passé sur le site peut également être prise en compte puisqu'il est admis que les ménages font l'arbitrage entre loisir et travail. La MCD consiste donc à dériver une fonction d'utilité de la fréquence de visites des ménages sur un site donné sous les contraintes de revenu et du temps. C'est une méthode très pratique pour mesurer les bénéfices non marchands d'un actif naturel surtout que la méthode ne nécessite généralement (dans sa version la plus simple) que des données sommaires (Smith et Kaoru, 1990).

Dans le cas des actifs naturels vendus comme un service marchand (l'eau potable par exemple), la MCD n'est pas appropriée car la finalité d'une analyse de la demande en eau potable est la quantité d'eau prélevée par les ménages (usage hors circuit) et non le nombre de fois où les individus se rendent au point d'approvisionnement en eau. Les caractéristiques sociodémographiques de la demande d'eau potable dans les pays Africains (notamment en milieu rural) exigent cependant que soit prise en compte la distance qui sépare le domicile des ménages et leur point d'approvisionnement en eau de consommation. Mais puisque l'objectif n'est pas la visite d'un site mais un approvisionnement en eau, il semble plus pertinent d'utiliser le temps consacré à s'approvisionner en eau.

Il est tout à fait envisageable d'utiliser la MCD pour évaluer les bénéfices d'approvisionnement en eau potable. Les résultats obtenus pourraient être pertinents, surtout en milieu rural où les ménages parcourent de longues distances pour s'approvisionner en eau. Cependant, en milieu urbain, l'existence d'un réseau urbain de distribution d'eau minimise les contraintes de distance. Nous pensons de ce fait que cette méthode n'est pas indiquée pour mesurer les bénéfices qui nous intéressent.

2.1.2 La Méthode des Prix Hédonistes (MPH)

La méthode des prix hédonistes (MPH) a, dans sa version initiale, été conçue pour apprécier la valeur que les individus accordent à un changement de qualité d'une composante de l'environnement, selon la localisation de leur habitation (Ridker, 1967). Ainsi, le différentiel de prix entre des habitations de même type mais de localisation et de caractéristiques environnementales différentes, constitue le prix hédoniste ou prix implicite accordé par les individus à ces caractéristiques (Rosen, 1974). Supposons donc deux habitations de même type mais dont l'un (A) dispose d'eau courante et pas l'autre (B), toute chose étant égale par ailleurs. La différence $\mu = P_A - P_B$ (P_A et P_B sont respectivement les prix des habitations A et B) représente l'augmentation de dépenses que les individus résidant dans les maisons de caractéristiques B sont prêts

à consentir pour acquérir une habitation de caractéristique A (i.e. possédant l'eau courante).

La MPH est donc une méthode bien indiquée pour évaluer les bénéfices directement liés à la disponibilité d'eau potable. Elle pourrait être utilisée et donnerait certainement des résultats intéressants. Cependant, c'est une approche naïve et les données qui permettent de décrire les maisons sont lourdes à mettre en place. Pour ces raisons, la MPH n'est pas adéquate pour l'évaluation des bénéfices d'approvisionnement d'eau potable.

2.2 Les méthodes directes

Parmi les méthodes directes d'évaluation des actifs du patrimoine naturel, il y a la Méthode d'Evaluation Contingente (MEC) et la *Stated Preference Method* développée par Reed Johnson. Nous exposerons uniquement la MEC car, la seconde méthode est assez proche de la MEC. Nous présentons dans un premier temps la méthode et nous présentons à la suite les limites de la méthode ainsi que les difficultés de mise en œuvre.

2.2.1 La Méthode d'Evaluation Contingente (MEC)

La Méthode d'Evaluation Contingente (MEC) est une méthode plus récente que les deux autres et la plus utilisée pour évaluer les bénéfices induits par les bien environnementaux. Elle permet de créer un marché hypothétique pour observer directement la valeur des biens pour lesquels il n'existe pas un marché. La MEC consiste, par interrogation directe des individus, à générer une estimation des mesures compensées de leur bien-être. La méthode peut être utilisée dans le cadre d'une approche globale ou pour évaluer un bénéfice spécifique. C'est une méthode assez simple et efficace si on respecte certaines procédures pour lui conserver une certaine fiabilité (Arrow et al, 1993). Bien menée, elle permet via un marché contingent l'expression des préférences des individus sur la variation de leur bien-être.

Cependant, lorsque le scénario contingent n'est pas construit avec rigueur, il y a des biais qui limitent la crédibilité des résultats obtenus.

2.2.2 Les limites de la MEC

Les limites de la MEC sont essentiellement les biais liés à un mauvais scénario, qui peuvent altérer la qualité des bénéfices obtenus. Cependant, en suivant certaines règles définies dans le NOAA Panel recommandation (Arrow et al, 1993), et en fournissant

aux enquêtés suffisamment d'informations sur l'actif naturel à valoriser, ces biais peuvent être considérablement réduits.

2.2.2.1 Les biais de la méthode

Il est souvent reproché à la MEC son principe même, c'est à dire d'être fondée sur des questions et donc des réponses hypothétiques. Plusieurs auteurs ont présenté les biais dont les plus importants sont (Carson et Martin, 1991) :

- le biais hypothétique : il provient de la MEC même qui est fondée sur la construction d'un marché hypothétique. Cela est dû au fait que les individus ont des difficultés à valoriser correctement leurs préférences.
- le biais d'échantillonnage ;
- le biais stratégique : la personne interrogée répond de manière stratégique et ne révèle pas sa réelle disponibilité à payer dans le but d'influencer les responsables du projet ;
- le biais de l'entretien : la personne interrogée exprime une disponibilité à payer différente de sa valeur réelle pour plaire à l'enquêteur ;
- le biais partiel : le bien dont parle l'enquêteur et la personne interrogée est différent
- Le biais d'ancrage : La valeur de départ à partir de laquelle les enchères sont engagées peut influencer les personnes

interrogées. Pour cette raison, plusieurs types de scénarios sont proposés avec un point de départ différent pour éviter cette distorsion. Le rôle de l'information est donc primordial pour une évaluation contingente fiable.

2.2.2.2 Apport de l'information et réduction des biais

Le NOAA panel recommandations propose un certain nombre de règles pour une évaluation contingente correcte. Il s'agit en particulier de choisir un échantillon représentatif dans une population concernée par le bien environnemental à valoriser, et de décrire de manière précise les caractéristiques de l'actif naturel. Cela pose le problème de l'information à apporter à l'enquête. Il y a deux types d'informations : l'information privé dont dispose le répondant et les informations fournies par le questionnaire. Il s'agit ici d'obtenir les CAP pour une amélioration des services d'alimentation en eau potable. L'eau étant un actif naturel vendu comme un service marchand, il y a des informations sur la qualité, et qui ont un impact direct sur la santé, et celles concernant le prix de vente de l'eau par l'agence. Le CAP du répondant dépend de l'impact que l'eau a sur sa santé et également du confort résultant de la possession d'adduction d'eau potable à domicile. Cependant, compte tenu du caractère spécifique de l'eau, le prix de vente est une variable stratégique qui peut être à l'origine d'un biais

stratégique .Il est probable, compte tenu des caractéristiques socioéconomiques de la demande d'eau potable dans les pays en voie de développement, que les bénéfices en matière de santé soient négligeables par rapport au surplus du consommateur. Une approche globale tenant compte de l'importance que le répondant accorde à l'eau potable est susceptible de fournir des CAP reflétant les différents auxquels sont confrontés les usagers.

Section 3 : Consentement à payer pour une alimentation en eau potable

La plupart des actifs du patrimoine naturel sont utilisés à prix nul, parce qu'on suppose qu'ils sont présents dans la nature en quantité illimitée. Pourtant, la rareté relative de certains de ces actifs comme l'eau leur confère de plus en plus les attributs d'un bien économique. Les agents économiques expriment en effet une demande des actifs du patrimoine naturel (demande en quantité et en qualité), ce qui a conduit ces dernières années à la réalisation de plusieurs études visant à analyser la demande d'eau, d'air, des forêts classées, etc.

L'analyse d'une telle demande n'est pourtant pas aisée, car les fonctions de demande mettent généralement l'accent sur la relation entre les quantités et les prix. Il n'existe cependant pas (en ce qui

concerne les actifs du patrimoine naturel) un marché permettant d'aboutir à un prix d'équilibre qui découle de la confrontation entre l'offre et la demande, même en ce qui concerne l'eau qui est fournie comme un service marchand. Les transactions sont donc réalisées à des prix fixés (par une autorité publique) qui ne reflètent pas les préférences des agents économiques. De plus, ces prix même lorsqu'ils existent, comprennent généralement les coûts de distribution et de production mais prennent très rarement en compte la valeur de la ressource naturelle ou les coûts d'opportunité liés à une utilisation concurrente.

Pour disposer d'indicateurs de valeur permettant une analyse aisée de la demande des biens environnementaux, les économistes construisent des marchés fictifs pour amener les agents économiques à révéler leur préférence à travers le consentement à payer (CAP). Le principe du CAP est basé sur le concept de surplus dont la première utilisation remonte à Dupuit (1844).

Le surplus mesure l'équivalent monétaire de l'utilité exprimant les plans de consommation et les préférences du consommateur. L'intérêt de l'utilisation du surplus dans l'évaluation des biens non marchands est qu'il permet de représenter la demande des consommateurs pour les biens environnementaux en fonction de leur disposition maximale à payer. Le surplus mesure en effet la différence entre le prix auquel le consommateur est prêt à payer le

bien et le prix auquel il l'achète réellement. Ainsi, en disposant d'informations sur la variation du surplus des consommateurs, il est possible de remonter à la fonction de demande. Pour cela, il faut collecter des données statistiques pour l'estimation d'une fonction de demande. Mais la variation du surplus du consommateur pour un bien n'est pas une mesure exacte de la variation du prix du bien puisque le consommateur réajuste son panier de bien de consommation en fonction également de l'effet revenu qui découle de la modification des prix. Il est possible de corriger cet inconvénient en utilisant des fonctions de demande compensée qui maintiennent l'utilité constante, en procédant aux variations nécessaires de revenu (Hicks, 1943), mais Randall et Stoll (1980) estiment que de telles mesures de surplus n'ont qu'un intérêt limité car les biens environnementaux ne sont pas fournis par le marché. Plusieurs économistes (Desaigues et Point, 1993 ; Faucheux et Noel, 1995 ; Amigues et al, 1995) affirment cependant que les surplus obtenus à partir des fonctions de demande marshalliennes sont de bonnes approximations du surplus obtenu avec des fonctions de demande compensées, surtout si l'on fait intervenir dans l'estimation de la fonction de demande le prix des autres biens.

Deux mesures de surplus sont souvent proposées (Desaigues et Point, 1993) :

- Le surplus compensateur qui mesure le prélèvement à effectuer sur le consommateur pour le rendre indifférent au changement en termes de bien-être.
- Le surplus équivalent qui représente le montant à transférer au consommateur pour qu'il soit indifférent à ce changement.

Le surplus compensateur est défini, en maintenant l'utilité constante à son niveau initial et, le surplus équivalent, en maintenant l'utilité constante au niveau final. Les deux mesures de surplus correspondent aux consentements à payer ou à recevoir selon qu'il s'agit d'une amélioration ou d'une détérioration du bien-être. Le tableau 1 présente les situations dans lesquelles les surplus équivalent et compensateur mesurent le CAP ou le CAR.

Tableau 1 : Différentes mesures de surplus

	Détérioration de l'environnement	de Amélioration de l'environnement
Surplus équivalent	Consentement à payer	Consentement à recevoir
Surplus compensateur	Consentement à recevoir	Consentement à payer

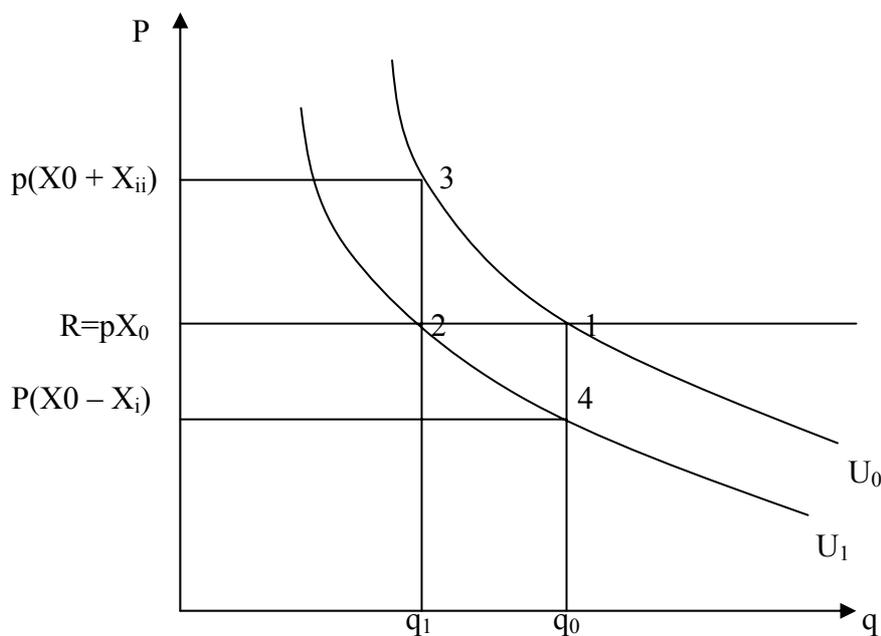
Source : Desaignes et Point (1993)

Le choix entre les deux mesures de surplus dépend du type d'analyse à mener.

A titre d'exemple, supposons qu'à la suite de la détérioration des conditions d'approvisionnement en eau potable, l'utilité d'un

individu passe de U_0 à U_1 , comme indiqué sur le graphique 3. Nous avons énoncé que la mesure du surplus dépend de la situation de référence (situation final dans le cas de la mesure du surplus équivalent et situation initial dans le cas de la mesure du surplus compensateur).

Graphique 3 : Surplus équivalent et surplus compensateur



L'axe des abscisses représente la qualité de l'environnement qui baisse entre q_0 et q_1 , l'axe des ordonnées représente le prix des biens marchands X . On suppose que l'individu possède un revenu R qu'il consomme entièrement en achetant X . La disparition de l'élément environnemental qui disparaît entre q_0 et q_1 fait passer l'individu du point 1 au point 2 ; son utilité baisse en passant de U_0 à U_1 . L'objectif est de mesurer monétairement $U_0 - U_1$.

L'individu était au point 1, et à la suite de la détérioration de l'environnement, il se retrouve au point 2. On constate sur le graphique que l'individu est indifférent entre (X_0, q_1) et $(X_0 - X_i, q_0)$, puisque dans les deux cas son utilité est U_1 .

Si nous considérons la situation initiale, soit U_0 , la mesure de la valeur par rapport à U_1 correspond au surplus équivalent. En effet, si l'on demande à un individu son consentement à payer pour retrouver la qualité de l'environnement initial, l'individu serait prêt à renoncer X_i , i.e. à payer au maximum $p(X_i)$, ce qui le ramènera au point 4 où son utilité est à nouveau égale à U_1 . $p(X_i)$ constitue donc le consentement à payer maximal pour éviter la destruction de l'environnement et qui correspond au surplus équivalent.

3.1 Les coûts d'accès à l'eau potable

Le véritable problème pour les ménages qui ne sont pas raccordés au réseau de distribution, est le coût d'accès à l'eau et non l'accès lui-même. Ces coûts découlent d'un ensemble de mesures prises par les ménages pour s'approvisionner en eau.

3.1.1 Les dispositifs de stockage

Les coûts de stockage d'eau sont divers. D'abord les ménages s'approvisionnent en ustensiles (bouteilles, seaux, fûts, etc.) pour garder l'eau toute la journée. Ces matériaux occasionnent des dépenses auxquelles ne font pas forcément face les ménages disposant d'eau courante à domicile. Le temps passé à s'approvisionner en eau peut être également important et dépend de la distance à parcourir par le Ménage et du temps d'attente sur le lieu d'approvisionnement. Les coûts occasionnés peuvent être élevés et varient d'un ménage à un autre. Ils sont cependant difficiles à quantifier, sauf pour les matériaux de stockage dont les prix sont connus. On peut néanmoins supposer que le CAP du ménage serait fonction des différents coûts engendrés par l'approvisionnement.

3.1.2 Les méthodes de traitements

Les méthodes de traitements les plus utilisés sont le rajout de substances chimiques comme l'eau de javel, l'alun ou du permanganate, ou encore le filtrage lorsque la turbidité est forte. Certaines de ces méthodes peuvent s'avérer dangereuses dans la mesure où il y a déjà une grande quantité de chlore dans l'eau de la SONEB. Il est à noter cependant que ces méthodes ne sont pas

spécifiques aux ménages ne disposant pas d'eau courante mais constitue une pratique commune à tous les ménages, même ceux abonnés à la SONEB. Il est donc probable que dans l'évaluation de leurs bénéfices, les ménages sous-estiment les coûts de traitement de l'eau, surtout que ces pratiques sont peu répandues.

3.1.3 La santé

L'eau est un bien qui a un impact direct sur la santé. Son importance stratégique fait qu'il est présent à toutes les étapes de l'activité humaine. C'est pourquoi, à tous les sommets sur l'environnement ou sur l'eau, "l'accès à l'eau potable pour tous" est au centre des préoccupations. Les bénéfices d'une amélioration des services d'approvisionnement en eau potable en termes de santé sont évidents. Les importantes subventions accordées par les gouvernements pour l'eau et l'assainissement justifient d'ailleurs cette importance. Il peut en effet être plus rentable de vendre l'eau à bas prix (pour permettre un accès plus large), plutôt que d'avoir à faire face à des maladies hydriques. Il faut cependant remarquer que la surveillance épidémiologique ne permet pas d'isoler les maladies imputables à la consommation d'une eau de mauvaise qualité. Les dépenses de santé dues à la consommation d'une eau polluée sont difficilement observables, et les maladies peuvent avoir plusieurs causes.

3.2 Consentement à payer ou consentement à recevoir

Le consentement à payer et le consentement à recevoir divergent et le CAR est supérieur au CAP (Desaigues et Point, 1995), le consommateur étant naturellement enclin à recevoir plus qu'il n'est prêt à payer.

L'une des raisons (Kahneman et Tversky, 1979) est que les individus attribuent une valeur subjective aux gains et aux pertes, et ont tendance à surévaluer les pertes par rapport aux gains. Ainsi, lorsque l'on demande à un individu combien il est prêt à recevoir pour être indifférent à une perte de bien-être, il indique des valeurs 4 à 15 fois supérieures (Amigues et al, 1995) au montant qu'il est prêt à payer pour une amélioration de son bien-être. Plusieurs raisons expliquent la divergence entre le CAP et le CAR.

La divergence entre le CAP et CAR ainsi que les grands écarts observés entre les deux mesures sont à l'origine de beaucoup de débats, et qui ont amené certains économistes à discréditer la méthode d'évaluation contingente. Ils considèrent en effet que la MEC ne permet pas de mesurer les préférences (Diamond et Hausman, 1994 ; Kahneman et Knetsch, 1992 ; milgrom, 1993). Les CAR très élevés furent d'abord interprétés comme des biais stratégiques (Mitchell et Carson, 1989), et de nombreux économistes ont suggéré que le CAR ne pouvait pas être réellement

mesuré (Carson, 1992). Les travaux de Bishop et Heberlein (1979), Rowe et al (1980) et Knetsch et Sinden (1984) ont confirmé l'importante divergence entre le CAP et le CAR. Les premières tentatives pour expliquer ce phénomène remontent aux travaux de Coursey et al (1987) et Brookshire et Coursey (1987). Ils expliquaient les différences par le "cautious effect", dû au fait que les individus ne sont pas habitués à acheter ou à vendre des biens environnementaux. Ils feraient donc preuve de prudence. Plus tard, certains auteurs (Hanemann, 1991 ; Angel, 1995) se basant sur les fondements théoriques de la microéconomie ont expliqué la divergence entre le CAP et le CAR à partir de la loi de décroissance de l'utilité marginale du revenu. Cette hypothèse se fonde sur la différence entre les deux mesures de surplus (surplus équivalent et surplus compensateur). En effet, les auteurs ont montré que toutes choses étant égales par ailleurs, la différence entre les deux mesures de surplus sera d'autant plus grande que l'utilité marginale du revenu sera décroissante. Et donc, plus la valeur de l'environnement sera élevée, plus la différence entre le CAP et le CAR sera élevée. Malgré cette controverse, plusieurs auteurs (Arrow et al, 1993 ; Hanemann, 1994) pensent qu'il est théoriquement valable d'utiliser la méthode d'évaluation contingente pour mesurer la valeur des biens environnementaux à condition de respecter certaines recommandations (NOAA panel recommandations). Le consentement à payer est donc plus souvent utilisé que le consentement à recevoir.

3.3 Les études sur le consentement à payer pour l'eau potable

La MEC est utilisée dans plusieurs domaines notamment dans la valorisation des actifs naturels à usages récréatifs. Elle est aujourd'hui utilisée dans des domaines variés tels que la gestion des déchets (McClelland et al, 1989), la qualité de l'air (Johanson, 1987). Si les exemples d'utilisation de la MEC pour évaluer l'impact d'un changement de qualité sont nombreux, les exemples d'utilisation d'estimation d'un CAP pour les quantités le sont moins. On peut néanmoins en citer quelques-uns ; Howe et al (1990) l'ont par exemple utilisé pour estimer la fiabilité de l'approvisionnement en eau dans l'Etat du Colorado aux Etats Unis. La MEC a également été utilisée au Nigeria et en Haïti pour évaluer le CAP des populations villageoises pour une adduction d'eau (Whittington et al, 1990 et 1992). Cette approche est intéressante surtout dans le contexte des pays Africains. Elle permet en effet une estimation de la demande en eau en contournant une difficulté : la non variabilité des prix, consécutive à un tarif uniforme en vigueur sur tout le territoire.

La MEC est de plus en plus appliquée en Afrique subsaharienne pour recueillir les consentements à payer des populations dans le domaine de l'eau et de l'assainissement.

Whittington et Lauria (1991) ont mené une étude sur la demande en eau potable à Onistha au Nigeria. Il s'agit d'un petit village où des opérateurs privés vendent de l'eau souterraine très chère aux habitants. L'étude a mis en évidence le lien entre la disponibilité à payer des consommateurs et la confiance qu'ils accordent aux fournisseurs. Même si la disponibilité des usagers est élevée, certains préfèrent continuer à s'approvisionner auprès des revendeurs d'eau privés car ils n'ont pas confiance au réseau public de distribution. Cette étude qui est relativement ancienne a été réalisée avec la technique de la question ouverte. C'est ce qui explique des CAP relativement élevés, dont la moyenne se situe autour de 850 F CFA.

Plus récemment, Lankoandé (2000) a utilisé la MEC pour évaluer le CAP des ménages pour une alimentation en eau potable dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. L'enquête a concerné 200 ménages qui s'approvisionnent auprès de vendeurs d'eau. Ces vendeurs prennent de l'eau à des sources publiques et le livrent à domicile à des ménages qui ne disposent pas d'eau courante à domicile. La pertinence de l'étude réside dans le fait que pour certains ménages, il n'y a pas de substituts à ce mode d'approvisionnement. Plusieurs ménages (55%) sont contraints de s'approvisionner auprès de ces livreurs d'eau. La MEC, réalisée avec la technique de la question ouverte, a révélé un CAP moyen de 427 francs CFA par mètre cube d'eau. Les facteurs explicatifs de la

décision de payer sont le revenu, le niveau d'éducation et la distance au point d'approvisionnement. Cependant, l'auteur n'a pas recherché les facteurs explicatifs du montant du CAP, ce qui aurait pu permettre de mettre en exergue la relation entre le niveau du revenu et celui du CAP.

Dans une autre étude sur le consentement à payer pour l'eau potable dans une région semi-urbaine, à Douentza au Mali, Calkins et al (2002) comparent deux méthodes de prévision du consentement à payer. Le premier modèle de type logit, vise à expliquer la décision de payer pour l'eau potable ou non. Le second est une régression multiple qui prévoit la somme d'argent qu'un ménage consent à payer pour un seau d'eau potable. Les variables choisies sont : l'indice de niveau de vie, l'éducation, le nombre d'enfants et la distance. Un échantillon de 62 ménages a permis aux auteurs de faire une régression dont les résultats sont les suivants : dans le modèle de choix binaire, les déterminants de la décision d'accepter de payer ou non sont : le nombre d'enfants, la distance et le niveau d'éducation ; le revenu quant à lui n'est pas significatif. A l'inverse, le niveau de revenu est significatif dans la régression linéaire, mais pas le niveau d'éducation. C'est un phénomène observé dans d'autres études (Soglo, 2002 ; Lankoandé, 2000 ; Young, 1996). Mais dans le cas de cette étude, la non significativité du revenu peut être due au fait que les auteurs ont approché le revenu par un indice composite de niveau de vie. Du coup, le niveau

d'éducation qui est probablement corrélé avec cet indice n'est pas significatif dans le modèle de régression linéaire. Cependant, les estimations ont permis de calculer un CAP moyen de 7,95 F CFA par seau de 15 litres. Ce CAP obtenu à partir du modèle de régression linéaire suscite quelques interrogations, puisque, le CAP moyen a été estimé sur l'ensemble de l'échantillon. Ce qui signifie que l'estimation a été faite avec des "zéros", autrement dit avec des ménages affichant un CAP nul. Le CAP a donc pu être sous estimé.

Strässler et al (2000) ont estimé le CAP des ménages pour une alimentation en eau potable dans le département du Zou en République du Bénin. L'étude a été réalisée en milieu rural dans une localité où, les revenus monétaires sont compris entre 6000 et 50000 F CFA par mois. L'essentiel de la population est composé d'agriculteurs (57 %) et de petits commerçants (39 %). L'enquête a été réalisée auprès d'un échantillon de 1102 personnes dont en majorité des femmes (70 %). Plusieurs scénarios ont été proposés aux enquêtés : payer l'eau par bassine, donner une cotisation hebdomadaire ou payer une cotisation annuelle. Le taux des personnes qui refuse de payer est de 24 %.

L'analyse des résultats a révélé un CAP moyen de 13,19 F CFA pour une bassine d'eau. Certains ménages sont prêts à payer une cotisation hebdomadaire moyenne de 235 F CFA, tandis que d'autres ménages ont opté pour une cotisation moyenne

annuelle de 2924 F CFA. Parmi les ménages qui acceptent de payer, les petits commençants sont ceux qui proposent le CAP le plus élevé, sans doute parce que ceux-ci utilisent l'eau comme intrants dans leurs activités. L'étude a donné des résultats intéressants, mais elle ne fait pas cas de l'influence de la distance sur le Cap, surtout que l'enquête a été réalisée en milieu rural. En effet, compte tenu des grandes distances que parcourent souvent les ménages en milieu rural pour s'approvisionner en eau, on peut s'attendre à ce que la distance soit une variable significative. L'absence d'une analyse économétrique permettant de mesurer le poids des variables relativise également la portée des résultats obtenus, puisque l'analyse des données s'est limitée à la statistique descriptive.

Soglo(2002) dans une étude sur la demande en eau potable dans la ville de Cotonou, a estimé le CAP des ménages. L'étude a consisté à créer un marché fictif basé sur le consentement à payer pour estimer une fonction de demande en eau potable pour la ville. L'objectif de l'étude n'était donc pas une analyse des CAP, mais le CAP a été utilisé comme prix dans l'estimation d'une fonction de demande hypothétique. Cependant, dans une statistique descriptive, l'auteur a analysé le CAP des ménages de la ville de Cotonou. Le CAP moyen obtenu pour une alimentation en eau potable dans la ville de Cotonou est en moyenne de 358 F CFA. L'analyse statistique a néanmoins permis de voir l'influence de la distance sur

le CAP. Ainsi, plus les ménages sont éloignés, plus ils sont prêts à payer, et, plus les montants de CAP proposés sont élevés.

A Fianarantsoa en 2001, Razanfindralambo a réalisé une étude sur l'évaluation économique de l'alimentation en eau dans la ville, dans le cadre d'une conjoncture qui favorise la contribution des bénéficiaires dans la gestion des infrastructures sociales. Une enquête a été réalisée auprès de 570 ménages urbains. La technique utilisée est celle du référendum. Les ménages enquêtés ont une taille moyenne de 5 membres et disposent d'un revenu mensuel moyen d'environ 500000 Francs malgache (FMG). L'analyse des données a permis d'estimer un CAP médian de 40 FMG par seau de 15 litres. Les déterminants du consentement à payer sont la distance par rapport au point d'approvisionnement, le revenu et la quantité d'eau consommée. Si le revenu influence positivement le CAP, la quantité d'eau l'influence négativement. Cette tendance a été également observée au cours d'autres études en Afrique (Mc Phail, 1993).

Dans la plupart des études sur l'alimentation en eau potable réalisées en Afrique, la distance est une variable souvent significative. Ceci est sans doute dû au contexte socioéconomique de la demande d'eau qui est tel, que les ménages parcourent de grandes distances pour s'approvisionner en eau. Le revenu est également significatif ; à ce niveau, on observe que les montants de

CAP proposés croient avec le revenu avant de décroître par la suite. Mais d'une manière générale, les résultats obtenus au cours des enquêtes contingentes dans le domaine de l'alimentation en eau potable tendent à donner des résultats convergents, quant au signe des paramètres, même si les montants du CAP proposés par les enquêtés diffèrent.

Le tableau 2 présente un récapitulatif de certaines études pour lesquelles on a eu recours à la MEC pour évaluer le CAP :

Tableau 2 : Consentement à payer pour les quantités d'eau potable

<u>Lieu</u>	<u>Auteur</u>	<u>Date de l'enquête</u>	<u>CAP¹</u>	<u>CAP / m³</u>
Cotonou (Bénin)	Soglo	2002	358 FCFA/m ³	
Ouagadougou (Burkina Faso)	Lankoandé	2000	427 FCFA/m ³	
Zou (Bénin)	Strässler et al	2000	13,19 FCFA/bassine (30l)	440 F CFA
Douentza (Mali)	Calkins et al	2002	7,95 FCFA/seau (15l)	466 F CFA
Fianarantsoa	Razafindralambo	2001	40 FMG ² /seau (15l)	2665 FMG, soit 259 F CFA

¹ Il s'agit de CAP moyen, sauf dans le cas de Madagascar où il s'agit d'un CAP médian.

² Franc malgache.

Ces études sont très importantes car elles permettent d'infirmer l'hypothèse d'une grande élasticité de la demande d'eau quand les dépenses pour s'approvisionner en eau dépassent 5% du revenu (Mac Phail, 1993). Elles suggèrent également que les ménages sont prêts à payer pour disposer d'eau potable. La plupart de ces études sont menées auprès de ménages qui s'approvisionnent auprès de revendeurs privés ou auprès de voisins disposant d'un branchement individuel, à des prix parfois très élevés. Le prix de l'eau ainsi les CAP calculés au cours de ces études, ont montré que les résultats convergent (Whittington 1992).

Section 4 : Le calcul du CAP moyen

Le calcul du consentement à payer moyen est une étape importante dans la méthode d'évaluation contingente. Il peut être généré de deux façons selon que l'on dispose de réponses à une question ouverte ou de réponses discrètes à des questions fermées.

4.1 Le CAP moyen dans le cas d'une question ouverte

Le calcul du CAP moyen dans ce cas est en principe simple. Les seuls problèmes sont les valeurs extrêmes, égales à zéro ou

anormalement élevées. Il y a aussi les non réponses qui peuvent atteindre un pourcentage important de l'échantillon.

Il faut distinguer dans un premier temps les "vrais zéros" des "faux zéros" (Desaigues et Point, 1993). Les vrais zéros correspondent à une absence de variation du bien-être de l'individu si le bien environnemental est offert tandis que les faux zéros sont la manifestation d'une protestation contre l'idée même de la valorisation du bien environnemental ou de la peur de payer pour les autres. Pour distinguer les vrais zéros des faux, il est important d'inclure dans le questionnaire des questions sur les motivations du refus de payer.

Dans le cas des non réponses, il est possible de les sortir de l'échantillon au moment du calcul du CAP moyen (Desaigues et Point, 1993) mais il existe dans la littérature plusieurs techniques de régressions lorsque le nombre de zéro est élevé.

4.1.1 Le modèle de Tobin (1958)

Le modèle de Tobin est un modèle de régression avec variables censurées. Tobin observe que la relation entre les dépenses des ménages en biens durables et leur revenu présente plusieurs valeurs égales à zéro. Le modèle se présente comme suit

$$y_i^* = \alpha + \beta x_i + \mu_i^*, i = 1, \dots, n$$

$$y_i = y_i^* \text{ si } y_i^* > 0$$

$$y_i = 0 \text{ si } y_i^* \leq 0$$

La variable dépendante y_i^* représente la dépense en biens durables pour l'individu i , x_i le revenu et μ_i^* le terme d'erreur, avec μ_i^* et y_i^* normalement distribués.

$$E(\mu_i^*) = 0 \text{ et } \text{Var}(\mu_i^*) = \sigma^2.$$

Pour l'individu i qui n'a pas effectué de dépenses, y_i^* n'est pas observé et donc $y_i^* = 0$

La relation statistiquement observée est :

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \mu_i$$

$$y_i = \text{Max}(0, y_i)$$

y_i est limité à zéro, car on suppose qu'il n'existe pas de dépenses négatives, et μ_i est limité à $-(\alpha + \beta x_i)$.

Le problème est d'estimer β et σ^2 sur la base de m observations de y_i et x_i , sachant que $m < n$.

Le choix d'un modèle de régression linéaire n'est pas satisfaisant car il implique que la moyenne de y_i est différente de celle de y_i^* et que la moyenne de μ_i observée est différente de celle de μ_i^* , qui est 0. En limitant l'ensemble des valeurs de la variable

dépendante, les coefficients β obtenus par les moindres carrés sont biaisés ; quand bien même on aurait conservé les valeurs égales à zéro.

$$\text{En effet, } E(y_i | y_i^* \geq 0) = \alpha + \beta x_i + E(\mu_i | \mu_i^* \geq -\alpha - \beta x_i)$$

La moyenne de la variance tronquée $\mu_i = \sigma\lambda_i$, où

$$\lambda_i = \frac{f[(\alpha + \beta x_i)/\sigma]}{F[(\alpha + \beta x_i)/\sigma]}$$

Où $f(\cdot)$ et $F(\cdot)$ sont respectivement la fonction de densité et la fonction de répartition de la variable $(\alpha + \beta x_i)/\sigma$. λ_i est l'inverse du ratio de Mills.

On peut alors écrire :

$$E(y_i | y_i^* \geq 0) = \alpha + \beta x_i + \sigma\lambda_i$$

L'équation à estimer devient alors :

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \sigma\lambda_i + \varepsilon_i, \text{ où}$$

$$\varepsilon_i = y_i - E(y_i | y_i^* \geq 0)$$

Tel que $E(\varepsilon_i) = 0$.

Si l'on considère n variables indépendantes x , et n individus, soit, une matrice X des variables explicatives pour l'ensemble des individus, la i ème ligne de cette matrice est x_i , et l'équation à estimer est telle que

$$y_i = \alpha + x_i\beta + \sigma\lambda_i + \varepsilon_i$$

Il s'agit d'un modèle non linéaire avec hétéroscédasticité.

Tobin suggère de maximiser le log de la fonction de vraisemblance par rapport à β et α :

$$L(\beta, \sigma) = \prod_i [1 - F(\alpha + x_i\beta)/\sigma] \prod_k \sigma^{-1} f[y_k - \alpha - x'_k\beta]/\sigma$$

Où $F(\cdot)$ est la fonction de probabilité cumulée d'une distribution normale, $f(\cdot)$ la fonction de densité de probabilité et x'_k , la transposée de x_k

4.1.2 La méthode de Heckman (1979)

Heckman (1979) propose une méthode à deux étapes pour le traitement des non réponses. Dans un premier temps, il faut estimer un modèle probit par la méthode du maximum de vraisemblance pour obtenir le ratio de mills ; on régresse ensuite la variable dépendante y_i sur les variables explicatives x_i' et sur le ratio de Mills (λ_i) par la méthode des moindres carrés ordinaires.

Heckman suggère donc de traiter les variables censurées comme un terme d'erreur qui peut être calculé à l'aide du modèle probit puis intégré dans la régression par les moindres carrés ordinaires. Cette correction permet d'obtenir une distribution des

erreurs plus proche d'une distribution normale. L'avantage de cette méthode est qu'elle permet d'utiliser le modèle linéaire corrigé par le ratio de Mills, pour reconstituer la valeur de la variable dépendante, lorsque celle-ci est manquante.

La première étape consiste donc à construire une fonction de probabilité pour la variable binaire z telle que :

$$z = 1 \text{ si } y_i^* > 0$$

$$z = 0 \text{ si } y_i^* = 0$$

Soit la fonction de vraisemblance :

$$L(\beta, \alpha) = L(\beta, \alpha) = \prod_{Z_i = 1} [F(\alpha + x'_k \beta) / \sigma] \prod_{z_i = 0} [1 - F(\alpha + x'_i \beta) / \sigma]$$

Le premier terme représente la probabilité que y_i^* soit supérieur à zéro et le second la probabilité que y_i^* soit égal à zéro. Seules les probabilités sont utilisées dans la fonction de vraisemblance du modèle probit.

$F(\cdot)$ est la fonction de densité cumulée de la loi normale. Le log de la fonction de vraisemblance est alors :

$$\log L(\beta, \alpha) = \sum_{i=1}^N \{z_i \log F[(\alpha + \beta x'_k) / \sigma] + (1 - z_i) \log [1 - F((\alpha + \beta x'_i) / \sigma)]\}$$

La maximisation de cette fonction permet d'obtenir des estimateurs consistants et l'inverse du ratio de Mills est directement généré par la régression. Il faut cependant remarquer que β et α ne sont pas séparables.

La deuxième étape de la méthode consiste à régresser y_i sur x_i' et λ_i pour obtenir les estimateurs de β cohérents et asymptotiquement normaux. Cependant, la nature tronquée du terme d'erreur μ_i conduit à une hétéroscédasticité, et donc à des écarts-types biaisés et incohérents (Amemiya, 1981). Une régression avec le modèle SUR permet néanmoins de corriger l'hétéroscédasticité.

La méthode de Heckman permet également de comparer les paramètres de deux sous échantillons. Lorsque l'on doit comparer deux groupes d'un même échantillon, on introduit traditionnellement des dummies. L'inconvénient est que si les variables sont nombreuses, il faudra introduire autant de dummies, ce qui diminue le degré de liberté. La répartition endogène de l'échantillon en deux groupes permet donc non seulement d'éviter le biais de sélection, mais également d'estimer les paramètres pour chaque sous-groupe que l'on peut ensuite comparer.

4.2 Le CAP moyen dans le cas de réponses discrètes

L'estimation du CAP moyen à partir d'une distribution de CAP donnée par des réponses discrètes soulève de nombreuses difficultés économétriques. Faut-il estimer un modèle d'utilité aléatoire ou une fonction de consentement à payer ? Bishop et Heberlein (1979) pensent qu'il faut estimer le CAP moyen par la

surface au dessus de la courbe d'une fonction de distribution de probabilité, tronquée à l'offre maximale alors que Hanemann (1984) pense que toute la surface sous la courbe doit également être prise en compte. Nous présentons ici la méthodologie de traitement des réponses discrètes d'une part, et d'autre part celle de Cameron et James (1987).

4.2.1 Le principe d'estimation du CAP moyen dans le cas des réponses discrètes

On suppose que l'individu dérive son utilité d'un bien environnemental hors marché, de son revenu et de ses caractéristiques individuelles. La fonction d'utilité proposée est de la forme :

$$U_k(k, Y, x) = n(k, Y, x) + a_k, k = 0, 1$$

Y est le revenu de l'individu et x les caractéristiques individuelles.

a_k est une variable aléatoire indépendante normalement distribuée et de moyenne nulle.

La fonction d'utilité suit donc un processus stochastique puisque la fonction d'utilité n'est pas parfaitement observable.

Lorsqu'on offre l'accès à un élément du patrimoine en contrepartie d'une redevance A , l'individu acceptera si :

$$n(1, Y - A, x) + a_1 \geq n(0, Y, x) + a_0$$

Dans ce cadre, une réponse individuelle est donc une variable aléatoire dotée d'une densité de probabilité. La probabilité d'accepter de payer pour accéder à l'élément de l'environnement est :

$$P_0 = F_\mu(\Delta n), \text{ avec } \mu = a_0 - a_1, \text{ et } \Delta n = n(1, Y - A, x) - n(0, Y, x)$$

$F_\mu(\cdot)$ est la distribution cumulative de la fonction

A ce stade, il faudra définir une forme fonctionnelle de la fonction d'utilité individuelle et de la fonction de répartition. Desaignes et Point (1993) proposent une fonction d'utilité linéaire de la forme :

$$N(j, Y) = a_j + bY$$

En choisissant la fonction de répartition de la loi logistique pour laquelle $F_\mu(0) = 0,5$, c'est à dire qu'il n'y a pas plus de 50% de chance que l'individu accepte de payer la redevance A, on obtient :

$$a_1 + b(Y - A) - (a_0 + bY) = 0$$

ce qui donne :

$$A = \frac{a_1 - a_0}{b}$$

A est l'espérance mathématique de la redevance qui amène l'individu à être indifférent entre payer la redevance pour accéder à la composante du patrimoine naturel et ne pas payer, donc ne pas avoir accès. Pour déterminer cette redevance qui sera considérée comme le CAP moyen, il suffit d'estimer les paramètres a_0 , a_1 et b . La forme choisie est fonction de la nature de la distribution

empirique obtenue à l'aide des fonctions non paramétriques ou à partir d'une représentation graphique.

4.2.2 Le modèle de Haneman (1982)

Haneman (1982) a dérivé le CAP moyen à partir des réponses discrètes en utilisant un modèle probit.

Supposons que p_i soit la probabilité que les individus acceptent de payer une somme x_i proposée. Soit la fonction de probit $\phi(p_i)$ tel que :

$$\phi(p_i) = \alpha + \beta x_i + \varepsilon$$

Cameron et James démontrent que le CAP moyen est égal à $-\alpha/\beta$. Cette approche permet de prendre en compte les caractéristiques individuelles. Cette approche qui soulève quelques problèmes économétriques exige, un nombre élevé d'observations pour que le CAP prédit soit fiable (Carson, 1991).

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les différentes méthodes d'évaluation des actifs du patrimoine naturel. L'eau est un actif non marchand, vendu comme un service marchand. Les bénéfices d'une amélioration de l'approvisionnement en eau potable sont composites. Ces bénéfices concernent la santé des individus, les coûts liés à l'approvisionnement et le surplus réalisé, dès lors que le ménage disposera d'eau potable à domicile.

Nous avons opté pour la méthode d'évaluation contingente pour évaluer l'ensemble de ces bénéfices. Deux possibilités s'offraient pour le calcul des CAP : les réponses discrètes ou les questions ouvertes. Compte tenu des spécificités de l'eau, nous avons opté pour la carte de paiement. Malgré les difficultés que posent la technique de la question ouverte, ce choix se justifie car l'eau est un bien familier. L'eau potable est en effet un bien à usage direct et les individus sont informés que l'eau est vendue, ce qui dénote de la présence d'un marché même si celui-ci ne reflète pas les préférences des consommateurs.

CHAPITRE 3

ASPECTS METHODOLOGIQUES

Introduction

Ce chapitre présente les aspects méthodologiques de l'enquête contingente. L'évaluation contingente des bénéfices d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable nécessite en effet des précautions pour que les valeurs annoncées par les enquêtés soient le plus proche possible des valeurs vraies. Ces précautions sont indispensables pour la fiabilité de l'évaluation contingente. Les principales critiques de la MEC ont trait à la fiabilité des valeurs proposées par les agents économiques. Certains auteurs (Diamond et Hausman, 1994 par exemple) estiment en effet que la MEC ne permet pas l'expression des préférences. Cependant, le NOAA panel a énuméré un certain nombre de précautions ayant trait principalement à la technique de questionnement et qui permettent de minimiser les erreurs.

Il existe plusieurs manières de procéder et plusieurs techniques de questionnement. Dans le cadre de la présente thèse, nous avons été amené à opérer plusieurs choix. Ces choix ne sont pas neutres et sont justifiés par les caractéristiques de l'étude. Ainsi par exemple, la succession des questions dans le questionnaire

contingent, le choix de la carte de paiement comme technique de paiement, et le choix du numéraire de mode de paiement sont justifiés par les caractéristiques du bien environnemental à évaluer : l'eau. Ces différents choix sont sensés améliorer la qualité de l'enquête. La forme définitive du questionnaire a été retenue après une série de prétests qui a permis de peaufiner les questions. Nous présentons pour la suite, les caractéristiques de l'enquête contingente (section I) où nous présentons les différents éléments de méthodologie de l'enquête contingente, l'analyse du site de l'étude et le scénario hypothétique qui constitue le cœur du questionnaire, puisque c'est à la fin de celui ci que le répondant révèle son CAP. Nous présentons par la suite la technique de questionnement (section II). Il existe en effet plusieurs techniques de questionnement : question fermée, question ouverte, carte de paiement, etc. Toutes ces techniques ont des avantages mais également des inconvénients. Nous décrivons donc dans cette section les techniques de questionnement et discuterons l'intérêt de ces techniques pour les évaluations contingentes.

Section 1 : Les caractéristiques de l'enquête contingente

Cette section situe les différents choix méthodologiques effectués au cours de l'enquête contingente. Nous présenterons donc dans un premier temps la zone de l'étude et la technique d'échantillonnage avant de présenter le questionnaire, en particulier le scénario contingent.

1.1 Présentation de la zone d'étude

L'objectif de la présente étude est d'évaluer le consentement à payer des populations dans une ville située en région soudano sahélienne dans la perspective d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable qui engendre des coûts à récupérer. La zone de l'étude doit donc remplir certaines conditions : être située en région soudano sahélienne, avoir une population importante et être confrontée à des problèmes d'alimentation en eau potable avec un faible taux d'accessibilité à cette eau. La ville de Parakou répond à ces critères. Le paragraphe suivant présente la ville de Parakou.

1.1.1 Caractères physiques de la ville de Parakou

Parakou est la troisième ville de la République du Bénin et est située à environ 435 km de Cotonou la capitale économique. Elle est située au Nord du pays et constitue le centre d'animation le plus important de la région. C'est également une ville en rapide expansion avec un taux d'accroissement de la population de 3,76%. La croissance rapide de la ville a favorisé l'émergence de plusieurs quartiers très peuplés où l'assainissement ne suit pas la croissance démographique. Le climat est de type soudano-sahélien avec une saison de pluie (de juillet à octobre) et une saison sèche. La ville est un centre en expansion avec plusieurs unités industrielles comme par exemple une usine textile, une usine d'égrenage de coton (la plus importante du pays) une brasserie, etc. C'est une ville carrefour en direction des pays frontaliers comme le Niger, le Nigeria, le Togo et le Burkina Faso. Le commerce y est très florissant. Un marché de renommée internationale (Azerkè) fait d'elle l'un des centres urbains les plus importants du Bénin. Plusieurs lycées et collèges ainsi qu'une université (depuis 2000) en font un pôle d'attraction pour l'éducation et la recherche.

La ville a une population jeune, plus de 50 % de la population a moins de 15 ans, et les femmes représentent environ 53 % de la population totale. D'après le recensement général de la population

et de l'habitat en 2002, le revenu moyen des ménages est de 65000 FCFA, mais il y a beaucoup d'inégalités.

1.1.2 L'accès à l'eau dans la ville

L'accès à l'eau est un concept assez vague qui ne revêt pas la même signification d'un pays à un autre. En effet, si dans les pays développés, toute la population a accès à une eau considérée comme salubre, les pays en voie de développement ne disposent pas toujours d'un réseau de distribution pouvant fournir de l'eau à tous les habitants. En ville, l'OMS considère donc qu'un individu a accès à l'eau s'il est desservi par un réseau à moins de 200 m de son habitation. En milieu rural, c'est plutôt le temps passé par les membres de la famille pour s'approvisionner en eau qui constitue un indicateur. Cette définition manque de clarté et le problème est plus le coût de l'accès que l'accès lui-même (Zérah, 1995). Pourtant, le pourcentage de la population ayant accès à l'eau potable est considéré comme un indicateur d'efficacité de l'offre de l'eau. Tout se passe en effet comme s'il y a d'un côté, les ménages ayant accès à l'eau, et de l'autre, ceux qui n'y ont pas accès ; alors que le véritable problème est le coût d'accès et la capacité des ménages à y faire face. Les différentes études sur l'approvisionnement en eau potable laissent croire en effet qu'une fois acquise, il n'y a pas de différence entre les modes d'approvisionnement. Or, le niveau de satisfaction des usagers diffère selon le mode d'approvisionnement

(branchement individuel, branchement collectif, achat d'eau auprès des revendeurs) et le mode de vie. L'accès à l'eau potable en République du Bénin est assuré par la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB). La SONEB œuvre surtout en milieu urbain notamment dans les grandes villes comme Cotonou, Porto-Novo, ou Parakou, objet de la présente étude.

Parakou est une ville d'environ 250.000 habitants et est située à environ 435 Km au nord de Cotonou, la première ville du Bénin. Le climat est de type soudano-sahélien, avec une saison des pluies de juillet à octobre. La dégradation des conditions climatiques ces dernières années a rendu l'approvisionnement en eau très difficile. Pour satisfaire leurs besoins en eau, les populations dépendent quasi exclusivement du réseau national de distribution d'eau, la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB). Or, à cause des problèmes d'infrastructures évoqués plus haut, le réseau de distribution ne couvre pas l'ensemble de la ville, et dans les endroits où le réseau est présent, tous les ménages n'ont pas la possibilité de bénéficier d'un branchement individuel.

Au delà des problèmes liés au coût initial de raccordement, il y a l'incapacité de la SONEB à satisfaire tous les ménages. La vétusté des installations ne permet pas en effet de fournir l'eau à un débit acceptable à tous les consommateurs dans les quartiers en expansion rapide. On assiste alors à des stratégies compensatoires

qui consistent d'une part, à l'utilisation d'un branchement individuel par plusieurs ménages. La conséquence est que les quantités d'eau consommées sont plus élevées et les ménages perdent l'avantage de la tarification subventionnée dont ils auraient pu bénéficier, s'ils disposaient d'un branchement individuel. D'autre part, les ménages disposant d'un branchement individuel dans les quartiers de la périphérie vendent l'eau en détail aux ménages voisins ne disposant pas de branchement individuel. Cette transaction se fait à des prix élevés (20 FCFA le seau de 20 litres, soit 1000 FCFA / m³) sans commune mesure avec ceux pratiqués par la SONEB qui sont en moyenne de 250 FCFA le m³ pour ce qui est de la tranche sociale (Soglo, 2002).

1.1.3 La SONEB : historique et fonctionnement

La Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) est une société d'Etat créée en 1960. Elle est chargée de fournir l'eau aux ménages dans les villes du Bénin. Elle installe des infrastructures de réseau et raccorde les ménages moyennant un paiement. Pour être raccordé au réseau, il faut payer les frais initiaux de raccordement et effectuer les installations appropriées (robinet, canalisations. Le prix de vente de l'eau par la SONEB est fixé par le pouvoir public et se présente comme suit : les six premiers mètres cubes d'eau sont vendus aux ménages à 250 F CFA et au-delà, le mètre cube d'eau coûte 450 F CFA. La tarification est binôme avec une partie fixe,

indépendante de la consommation et une deuxième partie qui dépend des quantités d'eau consommées.

Le réseau de la SONEB ne couvre pas l'ensemble de la ville, et se limite dans certaines zones viabilisées du centre ville, notamment dans le premier arrondissement où se trouve également l'hôtel de ville. En 2005, la société a effectué 8121 raccordements, ce qui représentent 22 % des ménages de la ville.

La vétusté des infrastructures ne permet pas à la société de fournir de l'eau à tous les ménages de la ville, et ceci entraîne de fréquents problèmes sur le réseau. Des quartiers entiers ne sont pas desservis et dans ceux qui le sont, la capacité du réseau ne permet pas de raccorder tout le monde. Les problèmes les plus fréquents sont : l'absence de raccordement, la faiblesse de la pression et les coupures d'eau fréquentes.

1.1.3.1 L'absence de raccordement

Des zones entières de la ville – des quartiers ou des parties de quartier – ne sont pas raccordées au réseau de distribution. Dans ces quartiers d'urbanisation plus récente, l'habitat a précédé le réseau d'adduction. Ces quartiers se caractérisent par une quasi-absence de raccordement. Les habitants de ces zones s'approvisionnent à des puits ou des robinets de maisons éloignées.

Quand ces zones se situent en bordure d'une route principale – longée en général par une canalisation –, il n'est pas rare qu'un robinet, suite à une initiative privée souvent ou collective rarement, ait été raccordé à un tuyau. Celui-ci est alors utilisé par de nombreuses personnes qui viennent s'y fournir de manière régulière en eau de boisson ou de manière ponctuelle, lorsque le niveau d'eau de leur puits est trop bas (les nombreux puits de ces zones sèchent durant les mois de décembre à avril). Dans quelques cas, les robinets de lieux publics (stade) ou d'entreprises des alentours de ces zones sont aussi utilisés.

1.1.3.2 La faiblesse de la pression

La pression dans les canalisations est en diminution ces dernières années. La vétusté des infrastructures de production et de distribution ainsi que l'augmentation du nombre d'abonnés de la SONEB ne permet plus d'amener l'eau dans les robinets et les douches des maisons à étages ou situées en hauteur. De même, aux heures de pointe (le matin et le soir), l'eau coule très faiblement ou ne coule pas dans certains quartiers. La faible pression dans les canalisations concerne l'ensemble de la ville.

1.1.3.3 Les coupures d'eau

Les coupures d'eau sont fréquentes dans la ville de Parakou. On distingue les coupures habituelles et les coupures annoncées. Il y a les coupures quotidiennes à heures fixes, généralement, aux heures de pointe (le matin et le soir). Ces coupures sont fréquentes dans les quartiers de la périphérie. Il y a d'un autre côté, les coupures dues aux travaux sur le réseau de la SONEB et qui sont souvent annoncées à la Radio ou par les chefs de quartiers.

Ces différents problèmes expliquent l'existence de modes d'approvisionnement particuliers pour compenser la défaillance du réseau.

1.1.4 Les modes d'approvisionnement en eau dans la ville de Parakou

La majorité de la population de Parakou consomme l'eau de la SONEB. En fait, il s'agit ici de présenter les modes d'approvisionnement qui co-existent dans les différentes zones et auxquels les ménages recourent dans des mesures diverses selon le quartier où ils habitent et leur niveau de revenu. L'approvisionnement à plusieurs sources, prépondérant, constitue un mécanisme de compensation face aux problèmes

d'approvisionnement en eau qui sera présenté dans les paragraphes suivants. On distingue les robinets collectifs, la revente de l'eau et les puits.

1.1.4.1 Les robinets collectifs

Le robinet collectif est une pratique courante dans les quartiers où le réseau de la SONEB n'est pas étendu. On l'observe généralement au niveau des ménages qui sont en location. Le propriétaire de la maison se raccorde au réseau de la SONEB et partage l'eau avec les ménages de la même parcelle ou de la parcelle voisine. C'est une conséquence du coût initial de raccordement qui est très élevé, et que certains ménages ne peuvent pas supporter individuellement. Cependant, les initiatives de raccordement ne sont pas uniquement privées. Certains habitants se rassemblent parfois pour payer collectivement les frais de raccordement et disposer d'un robinet pour lequel ils se partagent la facture. Ces pratiques ont pour conséquence l'augmentation du montant de la facture pour les ménages qui ne pourront plus ainsi bénéficier de la tranche subventionnée, puisque les quantités d'eau consommées dépassent désormais le quota subventionné par robinet.

1.1.4.2 La revente de l'eau

La revente de l'eau est une pratique très courante dans la ville de Parakou. Certains ménages disposant en effet d'un robinet sur leur parcelle vendent de l'eau aux voisins en bidons, en seau et en bassines. La transaction se fait souvent à des prix sans commune mesure avec le prix pratiqué par la SONEB. Le prix de l'eau par les revendeurs privés d'eau varie entre 10 francs CFA et 25 F le seau de 20 litres. La revente de l'eau a pour caractéristiques d'être une activité "informelle", illégale mais tolérée, qui nécessite généralement une main-d'œuvre restreinte et peu d'investissement. La revente de l'eau est presque toujours une activité complémentaire du propriétaire du point de vente. Ce système de revente permet aussi aux consommateurs au détail de moduler la consommation d'eau de leur famille en fonction de leurs revenus. Le plus souvent, la cherté de l'eau de robinet oblige les consommateurs à avoir d'autres sources d'approvisionnement (comme le puits) pour la lessive, la vaisselle et la douche ; l'eau de la SONEB étant exclusivement utilisée comme eau de boisson.

1.1.4.3 Le puits

La plupart des ménages ont une double source d'approvisionnement : l'eau de la SONEB et l'eau de puits. Il existe dans certains quartiers de la périphérie, des ménages qui ont pour

seule source d'approvisionnement le puits, mais le plus souvent, l'eau de puits sert aux travaux domestiques alors que l'eau de robinet sert à la boisson. Le puits est équipé d'un seau et d'une corde et rarement d'une pompe manuelle, et il arrive que plusieurs viennent s'y approvisionner ; mais, l'eau du puits n'est pas vendue.

1.2 Les caractéristiques de l'étude de cas

Cette section justifie les options sur les modalités de l'enquête contingente. Le véritable problème est le choix de la période d'enquête. Bien que le problème d'alimentation en eau potable soit un problème permanent, l'eau est davantage disponible en saison de pluie qu'en saison sèche. Il importe donc de savoir l'impact que le choix de la période peut avoir sur les réponses des enquêtés. C'est pourquoi le premier paragraphe traite des questions liées au choix de la période d'enquête ; le deuxième paragraphe décrit le problème de l'échantillonnage et la logistique de l'enquête.

1.2.1 La période de l'enquête

Les problèmes d'approvisionnement en eau potable sont complexes et ne sont pas tributaires des saisons. Cependant, en saison sèche, les contraintes se resserrent pour les usagers et en période de pluie, il y a moins de problèmes d'eau surtout en ce qui

concerne les usages comme la lessive et la douche, qui ne nécessitent pas une eau de qualité supérieure. Il est donc légitime de penser qu'en période de saison sèche, les consommateurs surestiment les problèmes d'eau, alors qu'ils les sous-estiment en saison de pluie. Mais, si l'objectif de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable est de rapprocher le ménage du point d'approvisionnement, la période de l'enquête peut ne pas avoir une grande importance. Cependant, dans le souci de ne pas minimiser les bénéfices, nous pensons qu'il est plus prudent de mener cette enquête dans une période où les problèmes d'eau sont réels, sans être cruciaux. Pour ces raisons, l'enquête s'est déroulée au milieu de la saison sèche en mars 2004. Le paragraphe suivant traite des questions de l'échantillonnage.

1.2.2 L'échantillon

Les problèmes d'approvisionnement en eau potable touchent particulièrement les personnes ne disposant pas d'adduction d'eau à domicile et qui sont obligées de s'approvisionner à d'autres sources comme le puits, ou qui achètent de l'eau, de même que les ménages qui s'associent à plusieurs. L'enquête s'est donc intéressée aux personnes ne disposant pas de branchement individuel d'adduction d'eau potable à domicile. L'approvisionnement en eau potable étant un problème familial, l'unité statistique retenue est le ménage.

La technique de questionnement (qui s'apparente à celle des questions ouvertes) utilisée n'impose pas un grand effectif pour l'échantillon. La taille de l'échantillon est donc fixée à 300 ménages choisis parmi ceux ne disposant pas d'un branchement individuel d'adduction d'eau potable.

L'échantillon est représentatif de la population de Parakou selon les quotas de catégorie socioprofessionnelle, d'âge et du lieu de résidence. Ces quotas sont imposés aux enquêteurs et ils doivent s'assurer que le répondant correspond aux quotas définis.

Nous présentons dans le paragraphe suivant la logistique de l'enquête. Elle situe les conditions dans lesquelles s'est déroulée l'enquête contingente.

1.2.3 La logistique de l'enquête

L'enquête s'est déroulée dans de bonnes conditions, car nous avons bénéficié de l'appui de la municipalité qui a procédé à une sensibilisation de la population en les invitant à répondre aux questions de nos enquêteurs. Nous avons recruté sept enquêteurs titulaires de la maîtrise en sciences économiques. Ces enquêteurs ont reçu une formation qui leur a permis de bien comprendre les objectifs de l'étude. Cette formation leur a également permis de

s'imprégner de la structure du questionnaire et de la manière dont il faut procéder pour obtenir les meilleures réponses des répondants.

A cet effet, vingt questionnaires ont été administrés ensemble avec les enquêteurs pour avoir une bonne vision de l'appréhension du questionnaire par les répondants. Les questionnaires ont été contrôlés à la fin pour s'assurer que les quotas ont été respectés et que surtout les réponses sont fiables.

Nous venons de présenter les conditions dans lesquelles s'est déroulée l'enquête contingente. Dans la section suivante, nous présentons les paragraphes qui concernent plus directement le questionnaire et la technique de questionnement. Le questionnaire joue en effet un rôle prépondérant dans une évaluation contingente puisque c'est lui qui permet l'expression des préférences des agents.

Section 2 : Le questionnaire et la technique de questionnement.

Plusieurs travaux comme par exemple celui de Diamond et Hausman (1994), remettent en cause la validité de la méthode d'évaluation contingente et sa capacité à permettre aux individus d'exprimer leur préférences. Il est important que le questionnaire

soit bien structuré. Le scénario hypothétique doit être bien construit pour être crédible. Tout ceci assure la fiabilité des CAP annoncés par les répondants. Nous avons procédé au pré test du questionnaire pour nous assurer qu'il permet une révélation assez facile du CAP des enquêtés.

2.1 Le prétest du questionnaire

Le prétest du questionnaire a pour but de tester la cohésion globale du questionnaire avant de procéder à l'enquête proprement dite. Le prétest du questionnaire a entraîné quelques modifications dans la structure du questionnaire. Il s'est déroulé dans la ville de Parakou en février 2005 sur 10 ménages.

Le prétest a permis d'affiner les questions de la première partie du questionnaire sur les habitudes de consommation d'eau potable des ménages. Cette partie a donc été modifiée pour être plus opérationnelle. De même, Dans la deuxième partie du questionnaire, quelques modifications ont été apportées notamment en ce qui concerne les bornes de la carte de paiement ainsi que les amplitudes. En effet les amplitudes trop grandes entre les prix proposés aux répondants les conduisent à beaucoup d'hésitations avant de répondre.

Une autre modification concerne la question 3.6 relative au prix de vente du mètre cube d'eau par la SONEB. Nous posons cette question après que le répondant ait révélé son CAP. Dans la version préliminaire du questionnaire, le prix était révélé à tous les enquêtés dans le souci de mettre tout le monde au même niveau d'informations. Mais nous avons remarqué que le CAP proposé par les répondants était alors influencé par le prix de vente du mètre cube d'eau par la SONEB. Cette question a donc été ramenée à la fin du scénario hypothétique. Le prétest du questionnaire a permis d'évoluer vers la forme définitive du questionnaire qui fait l'objet du paragraphe suivant.

2.2 Le questionnaire

La présentation du questionnaire suit son déroulement. Cette présentation est nécessaire en préalable au chapitre 4 qui présente les résultats de l'enquête contingente.

Après s'être présenté, l'enquêteur s'assure que la personne interrogée correspond bien aux quotas imposés (Preliminaires du questionnaire). Chaque enquêteur a en effet reçu un sous échantillon avec des quotas imposés.

2.2.1 La première partie du questionnaire

La première partie du questionnaire est destinée à mieux connaître les habitudes de consommation d'eau des populations. Nous recueillons des informations sur les sources d'approvisionnement des agents, les difficultés qu'elles éprouvent dans l'approvisionnement en eau potable.

La deuxième série de questions s'intéresse aux différents usages et aux quantités d'eau utilisées par les répondants. Ces questions sont importantes car elles préparent le répondant à révéler son CAP. Il est ainsi replacé dans le contexte de l'utilisation de l'eau et il se rappelle de toutes les difficultés d'approvisionnement, toutes choses qui le conditionnent à donner un CAP le plus proche possible de la réalité.

Enfin, le questionnaire fait allusion à la qualité et au prix de l'eau. Nous créons ainsi une relation entre la perception que le répondant a de la qualité de l'eau de la SONEB et la valeur qu'il donne au service que pourrait lui rendre l'approvisionnement en eau potable. Pour vérifier la validité de la perception de la qualité de l'eau affichée par le répondant, nous posons une question sur une éventuelle utilisation de l'eau minérale. Toutes ces questions ont

pour but de préparer le répondant à répondre spontanément aux questions de la deuxième partie du questionnaire.

2.2.2 La deuxième partie du questionnaire

Cette partie constitue la partie centrale du questionnaire. Elle expose le scénario hypothétique. Cette partie commence par des questions sur l'importance d'adduction d'eau potable et les risques liés à la consommation d'une eau de mauvaise qualité. Ces questions sont posées pour montrer que la consommation d'eau d'autres sources non viabilisées peut être source de maladies. Il est donc utile que le répondant sache que la présence de sources d'approvisionnement alternatives de moindre qualité comme le puits ne doit être que transitoire, et qu'à terme, les consommateurs doivent pouvoir s'approvisionner auprès d'un réseau fiable fournissant une eau contrôlée et de bonne qualité. Contrairement à d'autres évaluations contingentes, l'agent n'est pas directement amené à donner son CAP. Deux choix lui sont proposés :

- Choix 1 : accepter de payer pour disposer d'eau potable à domicile et bénéficier de tous les avantages qu'offre une telle situation en matière de prix.
- Choix 2 : garder la situation actuelle et continuer de s'approvisionner auprès de revendeurs d'eau.

Cette question permet de repérer tout de suite les agents qui refusent de payer, c'est à dire qui affichent un CAP nul. Une question analogue a été posée par Rozan (1999). Les répondants annonçaient s'ils sont prêts ou non à payer pour participer à un programme. Elle évite donc de placer les répondants dans une situation où ils sont supposés être prêts à payer dès le départ.

Les personnes ayant effectué le premier choix sont invitées à choisir le montant qu'elles étaient prêtes à payer sur une carte de paiement. Les autres ont donné les raisons qui motivent le choix n°2. La question est formulée ainsi que suit :

Supposons que le gouvernement envisage de faire des investissements qui permettraient à chaque ménage de disposer d'eau potable à domicile, avec un bon débit, et un abonnement pour chacun. Seriez-vous prêt à payer pour disposer d'eau à domicile ?

Les personnes qui ont répondu "Oui" à cette question sont invitées à indiquer le montant :

Veillez s'il vous plait indiquer sur la carte de paiement le montant en CFA que vous seriez prêt à payer.

50	100	150	200
250	300	350	400
450	500	550	600
650	700	750	800
850	900	950	1000

Le prix de vente du mètre cube d'eau à la SONEB est ensuite révélé à tous les enquêtés, et on leur demande s'il étaient prêts à payer ce montant. Nous avons procédé de cette manière car nous supposons que certaines personnes peuvent avoir refusé de payer (Q 3.3), juste parce qu'elles ont peur de payer trop cher.

A l'heure actuelle, le prix de l'eau vendue par la SONEB est de 250 FCFA pour les six (6) premiers m³. Seriez-vous prêts à payer ce montant ?

Dans la dernière partie du questionnaire, nous recueillons les informations sur les caractéristiques socioéconomiques des ménages.

2.2.3 La troisième partie du questionnaire

La troisième partie du questionnaire (Q4.1 à Q4.7) récolte des informations sur les caractéristiques socioéconomiques des ménages, autres que celles qui font partie des quotas, recueillies en début d'interview. Ces questions permettent de mieux connaître le répondant. Le climat de confiance qui s'installe alors, permet d'aborder plus facilement l'épineux problème du revenu. C'est pourquoi cette question est placée à la fin pour minimiser le taux de

non réponse. A la fin de l'interview, les répondants comprennent mieux pourquoi il est important qu'ils répondent à cette question.

Nous avons expliqué et justifié les différents choix qui ont conduit à la version définitive du questionnaire. Nous présentons dans la section suivante la technique de questionnement.

2.3 La technique de questionnement

Ce paragraphe présente la technique de questionnement utilisée pour l'enquête contingente. Nous décrivons dans un premier temps la technique de questionnement avant de présenter ses avantages et ses inconvénients.

2.3.1 Descriptif de la technique de questionnement

Il existe plusieurs techniques de questionnement : le système des enchères montantes ou descendantes, la question fermée, la question ouverte. La technique que nous utilisons est une variante de la question ouverte : la carte de paiement. La question ouverte consiste à demander directement aux répondants le montant maximal qu'ils sont prêts à payer pour participer au programme. Cette technique a été mise au point pour éviter le biais de l'enchère de départ inhérente au système d'enchères. On propose donc aux

individus une carte sur laquelle plusieurs montants sont indiqués et le répondant n'a plus qu'à choisir celui qui correspond à sa disposition maximale à payer. L'enquêté a toujours la possibilité de choisir un montant qui ne figure pas sur la carte.

2.3.2 Avantages et inconvénients de la méthode

La carte de paiement permet d'éviter les taux de non réponse élevés et les réponses aberrantes comme par exemple des CAP particulièrement élevés par rapport à des revenus faibles. Elle permet donc de contrôler les réponses des enquêtés. En faisant figurer sur la carte des montants faibles, on évite le biais de l'enchère de départ. Cependant si on fixe une borne supérieure trop faible, on court le risque de sous-évaluer l'actif à valoriser. Voilà pourquoi on permet aux enquêtés d'indiquer des montants différents de ceux mentionnés sur la carte. La carte de paiement permet d'obtenir des montants de CAP qui rendent le traitement économétrique plus facile que dans le cas de la question fermée qui nécessite des traitements économétriques fastidieux. Cette technique ne nécessite pas non plus que l'échantillon soit de très grande taille pour le calcul du CAP.

2.4 Le traitement économétrique des données

Nous présentons dans ce paragraphe, la procédure d'estimation des paramètres. Après le traitement statistique des données qui ont permis de calculer quelques indicateurs de statistiques descriptives, nous avons procédé à l'analyse économétrique des données. Dans un premier temps, nous avons mis en relation la décision de participer au programme avec quelques variables explicatives. Dans un deuxième temps, nous expliquons le montant du CAP avec d'autres variables explicatives. Les détails sur ces estimations sont donnés dans le chapitre 4. Ces deux modèles ont permis de prédire un CAP moyen.

Cependant, Nous avons au préalable procédé à des tests d'hétéroscédasticité sur les résidus. Il s'agit de voir si la variance est constante. Nous avons ensuite procédé à un test sur l'omission d'une variable explicative importante ou sur une mauvaise spécification du modèle. Enfin, nous exposons la procédure de calcul du CAP moyen.

2.4.1 Les tests

Le premier test que nous avons effectué est celui de Breush-Pagan sur l'hétéroscédasticité des résidus. Le détail du test est présenté à l'annexe 3. Le test se fait sous l'hypothèse nulle de constante de la variance. La statistique du test suit une loi de Khi-deux.

Les résultats du test permettent de conclure à la constance de la variance, c'est à dire à une absence d'hétéroscédasticité.

Le deuxième test que nous avons effectué est celui de Ramsey qui permet de tester l'omission d'une variable explicative pertinente. Le test se fait sous l'hypothèse nulle de non omission de variables pertinentes. La statistique du test suit une loi de Fisher ; les résultats du test, présentés à l'annexe 3, permettent de conclure qu'il n'y a pas eu omission d'une variable explicative pertinente.

2.4.2 Le calcul du CAP moyen prédit par le modèle

Le calcul du CAP moyen prédit par le modèle s'est effectué de la façon suivante :

Soit G^* , le CAP prédit par le modèle : $G^* = X\hat{h} + u$, \hat{h} , est le vecteur de paramètres estimés et u , une perturbation.

Le CAP moyen prédit est donné par : $E(G^*) = X\hat{h}$

Le détail des calculs est donné à l'annexe 4.

Conclusion

Ce chapitre a présenté les différents aspects méthodologiques de l'enquête contingente. Des travaux préalables ont été nécessaires à la réalisation de l'enquête. Nous avons présenté et justifié les choix que nous avons été amenés à faire.

Nous avons présenté la ville de Parakou, site de l'enquête. Parakou de par sa population, correspond bien aux critères pour une évaluation des bénéfices d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. De plus, la population est confrontée à de réels problèmes d'approvisionnement en eau potable, ce qui a conduit à des modes d'approvisionnement particuliers.

Le chapitre a également présenté le prétest qui a conduit à la version définitive du questionnaire contingent. Ce prétest a permis de retenir l'agencement des questions et de construire un scénario hypothétique afin d'obtenir des CAP fiables. L'enquête a été réalisée avec la technique de la carte de paiement et a permis aux répondants de révéler aisément leur CAP.

Le chapitre a donc globalement présenté le questionnaire contingent et les modalités de l'enquête. Le chapitre suivant présente les résultats de l'enquête. Les traitements statistiques et économétriques portent sur l'ensemble des personnes enquêtées.

CHAPITRE 4

LES RESULTATS DE L'ENQUETE CONTINGENTE

Introduction

Ce chapitre présente les résultats de l'enquête contingente. Ces résultats dépendent des choix méthodologiques que nous avons effectués et justifiés dans les chapitres précédents. La finalité de cette étude est d'estimer les bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Cependant, les enseignements de ce chapitre sont nombreux.

Ce chapitre tente d'apporter des réponses à un certain nombre de questions. D'abord, il décrit les habitudes de consommation d'eau des ménages. Ainsi, les questions sur les usages, les sources d'approvisionnement et la perception de la qualité de l'eau consommée de même que l'acceptation d'un programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable ont été abordées. Ensuite, la question de la valeur du coût d'accès à l'eau potable a été abordée.

La première section de ce chapitre présente les résultats de statistiques descriptives. Cette partie est indispensable pour une

bonne connaissance des informations recueillies au cours de l'enquête contingente. Elle est utile et préalable au travail d'interprétation du consentement à payer.

La deuxième section présente les résultats de l'analyse économétrique. Un premier modèle a permis de connaître la proportion des ménages qui sont prêts à payer pour disposer d'un branchement individuel. Le deuxième modèle explique le montant du CAP des personnes prêtes à payer. Cette analyse économétrique a donc permis d'identifier les variables qui ont une influence significative sur la décision de payer et sur le montant du CAP.

Section 1 : Les résultats de statistique descriptive

Nous présentons dans cette section les analyses de statistiques descriptives de l'ensemble des informations recueillies au cours de l'enquête contingente. Ce traitement préalable est utile pour identifier les variables pertinentes à retenir pour l'analyse économétrique. Ce traitement a permis également de faire des conversions et d'apurer les données.

L'échantillon est constitué de 300 ménages répartis suivant les quotas de quartier, de catégorie socioprofessionnelle et de niveau d'études. Les femmes représentent 52% de la population. Nous n'avons cependant enquêté que 18% de femmes puisque ce sont souvent les hommes qui sont chefs de ménage.

Nous présentons les résultats statistiques en suivant le déroulement du questionnaire. Nous aurons ainsi successivement les habitudes de consommation d'eau des ménages, les bénéfices d'adduction d'eau potable, et enfin, les caractéristiques socioéconomiques de la population enquêtée.

1.1 Les habitudes de consommation d'eau

L'objectif de ce paragraphe est de présenter la consommation d'eau des ménages. Nous répondons donc à la question suivante : quelles sources d'approvisionnement pour quels types d'usage, et quelles sont les quantités consommées selon chaque type d'usage ?

1.1.1 Les sources d'approvisionnement

Les principales sources d'approvisionnement des ménages sont le réseau d'adduction d'eau de la SONEB et les puits traditionnels. 93% des ménages s'approvisionnent en eau à la SONEB, mais le mode d'approvisionnement est différent. Il y a d'un côté, les ménages qui disposent d'un branchement collectif à domicile, et de l'autre, les ménages qui achètent l'eau auprès des revendeurs. La plupart des ménages (85%) utilisent simultanément l'eau du robinet et l'eau du puits. Seuls 8% utilisent exclusivement de l'eau de robinet et 6% utilisent exclusivement de l'eau de puits. Le tableau 3 suivant présente les sources d'approvisionnement des ménages :

Tableau 3 : Sources d’approvisionnement en eau des ménages

		SONEB				Total	
		Oui		Non		Effectif	% tableau
		Effectif	% tableau	Effectif	% tableau		
Puits	Oui	255	85,0	18	6,0	273	91,0
	Non	24	8,0	3	1,0	27	9,0
Total		279	93,0	21	7,0	300	100,0

Les modes d’approvisionnement sont différents selon que la source d’approvisionnement est la SONEB ou le puits. On distingue les branchements collectifs et l’achat auprès des revendeurs quand il s’agit de la SONEB et pour l’approvisionnement au puits, ce dernier peut se trouver dans la concession ou hors de la concession.

1.1.1.1 Le ménage s’approvisionne à la SONEB

Nous rappelons que l’enquête contingente a concerné uniquement les ménages ne disposant pas d’un branchement individuel. Pour avoir accès à l’eau potable, les ménages ont deux possibilités. Les ménages achètent l’eau auprès de revendeurs ou bien prennent un branchement collectif. Le tableau 4 représente la part des ménages disposant de branchements collectifs et ceux qui achètent l’eau auprès des revendeurs.

Tableau 4 : Mode d’approvisionnement d’eau à la SONEB

<u>Modes</u>	<u>effectifs</u>	<u>Pourcentages</u>
Branchements collectifs	108	38,8%
Achat auprès des revendeurs	170	61,2%

La conséquence, dans le premier cas (branchement collectif), est que les ménages, en s’associant à plusieurs autour d’un même compteur, consomment "ensemble" des quantités d’eau plus élevée, s qui les font sortir de la tranche subventionnée. De ce fait, ils paient l’eau un peu plus chère que s’ils avaient disposé d’un branchement individuel. Les autres ménages (ceux qui achètent l’eau auprès des revendeurs) paient l’eau à des prix qui dépassent largement le prix de vente de l’eau à la SONEB. Ces prix peuvent atteindre dans certains cas le quadruple du prix de vente de l’eau par la SONEB comme le montre le tableau 5.

Tableau 5 : Prix d’achat de l’eau chez les revendeurs observé dans l’échantillon

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Mode
Prix d’achat du m ³ d’eau chez les revendeurs (en Francs CFA)	400,00	2000,00	1113,33	1000,00	1000,00

Rappel : le prix de vente du m³ d’eau à la SONEB est 250 francs les 6 premiers m³.

Les prix varient de 400 à 2000 francs CFA avec une moyenne de 1113,33 F et une médiane de 1000. Le prix le plus fréquent dans la zone d'étude est 1000 F le mètre cube. Ce phénomène a été observé dans d'autres études sur la demande en eau potable dans les villes africaines (Lankoandé, 2000 ; Soglo 2000). Ces prix parfois très élevés justifient sans doute que les ménages utilisent également l'eau de puits.

1.1.1.2 Le ménage s'approvisionne au puits

Les caractéristiques socioéconomiques de la demande d'eau dans la zone d'étude font ressortir que la quasi-totalité des ménages ont deux sources d'approvisionnement : la SONEB et le puits. Certains ménages disposent de leur propre puits (81%) ; les autres (19%) s'approvisionnent chez le voisin gratuitement. Cette dualité au niveau des sources d'approvisionnement se justifie par l'usage que les ménages ont l'intention de faire de l'eau ainsi recueillie.

1.1.2 Quels usages pour quelle source d'approvisionnement

Les principaux usages de l'eau sont la boisson, la douche, la lessive, la cuisine, la vaisselle et les autres usages comme la prière, l'arrosage du jardin ou le lavage de la voiture.

La plupart des ménages boivent l'eau de la SONEB et un peu plus de la moitié des ménages s'en servent pour faire la cuisine (tableau 6).

Tableau 6 : Les usages selon la source d'approvisionnement

Usages	Sources d'approvisionnement (en pourcentage des types d'usages)		
	<u>SONEB</u>	<u>Puits</u>	<u>Borne Fontaine</u>
Boissons	93	4,3	2,7
Cuisine	55	41,7	3,3
Vaisselle	20	78	2
Douche	28,3	70,3	1,4
Lessive	9,7	88,7	1,7
Autres usages	11,3	85,9	2,8

On remarque globalement que les ménages utilisent l'eau de robinet pour la boisson, la cuisine et la vaisselle, et plutôt l'eau de puits pour la douche, la lessive et les autres usages. La première catégorie d'usages nécessite moins d'eau, mais demande plus de garantie sur la qualité de l'eau que la dernière. Les quantités d'eau consommées sont donc supérieures aux quantités fournies par la SONEB.

1.1.3 Les quantités d'eau consommées

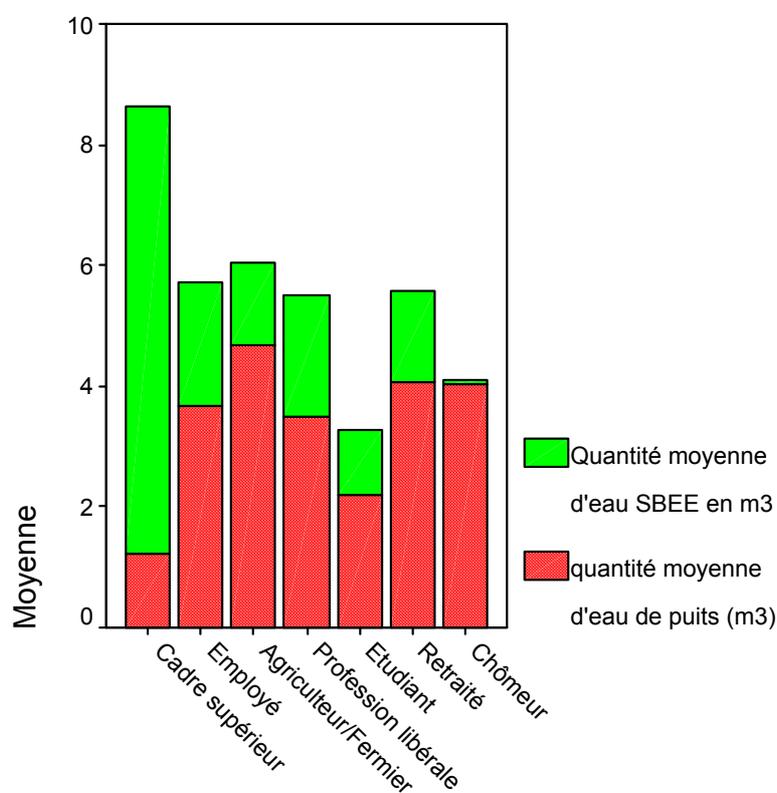
La quantité moyenne mensuelle d'eau consommée par les ménages est de 5,57 mètres cubes dont 2,11 mètres cubes en provenance du réseau d'adduction d'eau de la SONEB. Cette moyenne représente environ 31 litres par personne et par jour. Ce chiffre est inférieur à ceux trouvés dans d'autres études en Afrique (50 litres par personne et par jour). Ces études (Soglo, 2000 ; Lankoandé, 2000) ont été réalisées dans des villes de plus de 500000 habitants où l'activité économique est plus intense. Il faut remarquer cependant que ces moyennes cachent des disparités selon le niveau de revenu et la catégorie socioprofessionnelle.

1.1.3.1 La consommation d'eau selon la catégorie socioprofessionnelle

Le graphique 4 présente les quantités moyennes mensuelles d'eau consommées selon la catégorie professionnelle. Les cadres supérieurs et les agriculteurs sont les ménages qui consomment le plus d'eau. Viennent ensuite les employés, les retraités et les personnes exerçant une profession libérale. Enfin, les étudiants et les chômeurs sont les moins consommateurs d'eau.

Si pour les cadres supérieurs, les quantités d'eau consommées au niveau de la SONEB sont supérieures à celles des autres usages, pour toutes les autres catégories socioprofessionnelles, ce sont les autres sources d'approvisionnement en eau qui dominent.

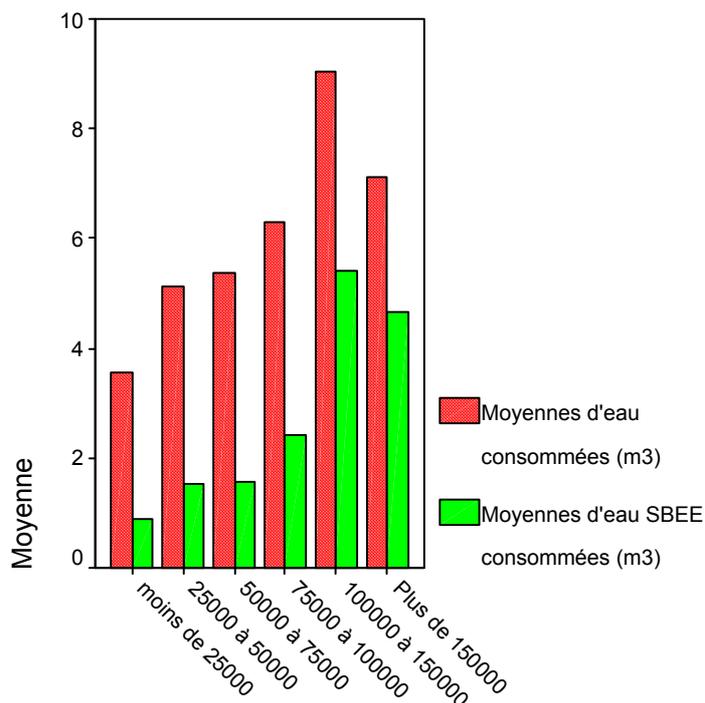
Graphique 4 : Quantités moyennes d'eau consommées selon la catégorie socioprofessionnelle



1.1.3.2 La consommation d'eau selon le revenu

Le graphique 5 représente les quantités moyennes d'eau consommées par les ménages par tranche de revenu.

Graphique 5 : Moyennes des consommation d'eau par tranche de revenu



Les quantités moyennes d'eau consommées augmentent en fonction du revenu jusqu'à 150000 francs CFA avant de décroître au delà de ce montant.

1.1.4 La qualité de l'eau

93 % des personnes interrogées trouvent que la qualité de l'eau est un problème important et qu'il est utile de disposer d'eau courante à domicile. Elles pensent en effet que l'eau de robinet distribué par la SONEB (95 % des personnes enquêtées) est de bonne qualité et peut contribuer à diminuer ou à limiter le risque

d'attraper des maladies incombant à la consommation d'eau de mauvaise qualité.

Cependant, parmi les personnes enquêtées qui trouvent l'eau de la SONEB de mauvaise qualité, très peu de répondants (6%) achètent de l'eau minérale. La raison avancée est le prix de l'eau minérale et même de l'eau de robinet que certains trouvent élevé puisque sa qualité laisserait à désirer.

La mauvaise qualité de l'eau de robinet évoquée par certains répondants est souvent le fait de "rumeurs". Peu de personnes parmi les enquêtés sont au courant des questions de pollution.

Ces différentes questions sur les habitudes de consommation de l'eau ont permis de préparer la deuxième partie du questionnaire : les bénéfices d'adduction d'eau potable.

1.2 Les bénéfices d'adduction d'eau potable

Dans cette partie du questionnaire, nous proposons deux choix aux enquêtés.

- Ne pas payer pour disposer d'un branchement individuel pour l'approvisionnement en eau potable et donc continuer à s'approvisionner auprès de revendeurs.

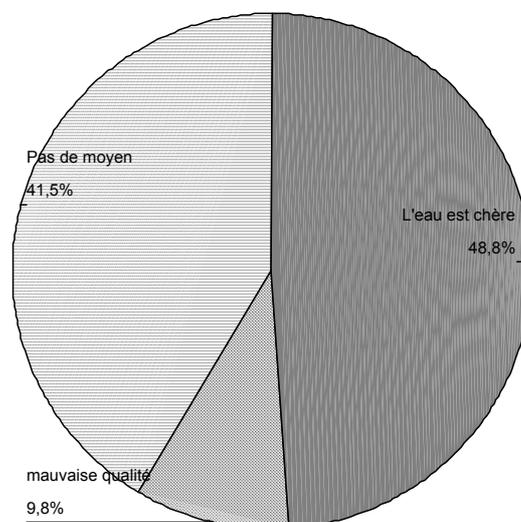
- Payer pour disposer d'un branchement individuel pour bénéficier des prix et des tarifs sociaux du gouvernement.

258 des personnes interrogées ont fait le second choix. Les 42 autres personnes ont fait le choix 1 et préfèrent ne pas disposer d'un branchement individuel.

1.2.1 Les motivations du refus de payer pour l'eau potable

Les personnes ayant refusé de payer pour disposer d'un branchement individuel à domicile ont motivé leur choix. Le graphique 6 représente les occurrences de chacune des raisons avancées par les enquêtés :

Graphique 6 : raisons expliquant le refus de payer



Les personnes qui pensent que l'eau de la SONEB est de mauvaise qualité représentent environ 10%. Ce sont pour la plupart des déclarations fondées sur des rumeurs, faisant état de ce que l'eau de la SONEB contiendrait des produits chimiques nuisibles à l'organisme.

Les personnes qui ont fait allusion à l'absence de moyens financiers pensent qu'il est important de disposer d'eau potable à domicile, mais trouvent le coût initial de raccordement trop élevé et donc refusent de payer pour s'abonner.

1.2.2 La décision de participer au programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable

Nous considérons dans ce paragraphe les personnes ayant accepté de payer pour disposer d'un branchement individuel. Le questionnaire a prévu une carte de paiement sur laquelle l'enquêté qui a opté pour le choix 2 indique le montant qu'il est prêt à payer. Le tableau 7 présente les CAP moyens et médians de l'ensemble des individus ayant accepté de payer.

Tableau 7 : CAP moyens et médians en Francs CFA

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
consentement à payer	50	1000	311	250

Le Cap moyen est supérieur au CAP médian. Le CAP médian représente le montant qui serait accepté démocratiquement du point de vue du décideur public (50%).

Ces statistiques qui décrivent l'ensemble de l'échantillon, cachent des disparités qui sont mises en exergue avec les caractéristiques de la population.

1.2.2.1 Le CAP selon la profession et le revenu

Les tableaux 8 et 9 représentent les CAP moyens et médians d'après la répartition du revenu ménage et la catégorie socioprofessionnelle de l'enquêté.

Tableau 8 : Le CAP par catégorie socioprofessionnelle en F CFA

<u>CSP</u>	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Médiane</u>
Cadre supérieur	100	700	306	275
Employé	50	750	287	250
Agriculteur/Fermier	50	700	277	200
Profession libérale	50	1000	347	400
Etudiant	50	500	286	250
Retraité	450	500	475	475
Chômeur	50	300	140	150

Tableau 9 : Le CAP par tranche de revenu en F CFA

<u>Revenu</u>	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Médiane</u>
Moins de 25000	50	500	236	150
25000 à 50000	50	1000	315	300
50000 à 75000	50	600	366	450
75000 à 100000	100	1000	337	200
100000 à 150000	100	700	283	250
150000 et plus	100	700	231	250

Nous observons également que d'une manière générale, les CAP médians sont inférieurs aux CAP moyens. Le CAP moyen croit

avec le revenu avant de stagner à un certain niveau pour commencer ensuite à décroître. Cette tendance a été observée au cours d'autres enquêtes. Il semblerait qu'à un certain niveau de revenu, les ménages sont moins disposés à consacrer une importante partie de leur revenu pour l'achat de certains biens comme l'eau. Ce résultat sera plus détaillé au moment de l'analyse économétrique dans la section suivante.

1.2.2.2 Le CAP selon le mode d'approvisionnement

Nous avons fait l'hypothèse que les personnes s'approvisionnant auprès des revendeurs déclarent un CAP supérieur à ceux disposant d'un branchement collectif. Le tableau 10 présente les CAP moyens et médians des deux groupes de ménages.

Tableau 10 : CAP moyens et médians selon le mode d'approvisionnement en F CFA

Mode d'approvisionnement	Moyenne	Médiane
Branchement collectif	287	200
Achat chez les revendeurs	320	300

On observe que les CAP moyen et médian des personnes qui achètent l'eau chez les revendeurs sont plus élevés que ceux des ménages disposant d'un branchement collectif, ce qui confirme l'hypothèse. Il faut remarquer que les ménages qui achètent l'eau auprès des revendeurs payent l'eau plus chère que les autres, et subissent davantage de tracasseries, comme le fait de se déplacer pour aller chercher. Ils peuvent parcourir de ce fait des distances atteignant parfois 1000 mètres.

Pour confirmer la validité de ce résultat, nous avons procédé à un test de comparaison de moyenne. Ainsi, nous comparons statistiquement, la moyenne du CAP des ménages s'approvisionnant auprès des revendeurs à celle des ménages disposant d'un branchement collectif.

La statistique que nous utilisons suit une loi de Student et se fait sous l'hypothèse nulle qu'il n'y a pas de différence entre la moyenne des deux sous-échantillons. Le résultat du test se présente comme suit :

$$H_0 : \text{Moyenne (collectif)} - \text{moyenne (revendeurs)} = \text{diff} = 0$$

$$H_a : \text{Diff} < 0$$

$$t = 2,74$$

Les détails du test sont présentés à l'annexe 3.

Nous rejetons donc l'hypothèse nulle, et nous concluons que la moyenne du CAP des ménages qui s'approvisionnent auprès des revendeurs d'eau est supérieure à celle des ménages disposant d'un branchement collectif.

1.2.3 Le traitement des réponses à la question fermée

Le premier scénario a consisté à demander aux personnes enquêtées à choisir entre payer pour bénéficier d'une adduction d'eau potable à domicile ou non. Le cas échéant, une carte de paiement leur est présentée, sur laquelle ils indiquent le montant qu'elles sont prêtes à payer. Pendant cette phase, on suppose qu'ils ignorent le prix de vente des 6 premiers mètres cubes d'eau par la SONEB.

Le deuxième scénario a consisté à leur révéler le prix de vente de la SONEB, et à leur demander s'ils étaient prêts à payer ce montant. Nous rappelons que 42 personnes avaient refusé de payer pour bénéficier d'un branchement individuel.

Lorsque le prix de vente de l'eau a été révélé, 25 individus parmi les 42 qui s'opposaient au programme ont accepté de payer ce montant qui est de 250 francs par mètre cube. Ils avaient refusé de

payer parce qu'ils ne connaissaient pas le prix de vente et avaient peur de payer trop cher.

Lors du premier scénario, 113 personnes interrogées parmi celles qui acceptaient de payer avaient déclaré un montant de CAP inférieur au prix de vente de l'eau par la SONEB. Lorsque ce montant a été révélé au cours du deuxième scénario, 48 personnes parmi les 113 sont prêtes à payer. La raison évoquée pour ce changement de comportement est le plus souvent la prudence. Elles déclarent donc un CAP bas au cas où elles auraient à payer réellement.

1.3 Les caractéristiques socioéconomiques des ménages

Cette partie du questionnaire permet de connaître les caractéristiques socioéconomiques des personnes enquêtées. Elle est importante car elle présente des données qui sont des variables explicatives du CAP. Ces données concernent le statut du logement de l'enquêté (locataire ou propriétaire), l'âge, le sexe, le niveau d'études et le revenu. Cette dernière question a été placée à la fin du questionnaire pour éviter les non réponses. Ayant défini des tranches de revenu, le taux de non réponse est nul.

Nous avons présenté dans cette section, l'analyse descriptive des réponses au questionnaire. Ainsi, 86 % des personnes interrogées sont d'accord pour payer afin de disposer d'un branchement d'adduction d'eau individuel. Mieux, lorsque le prix de vente du mètre cube d'eau est révélé, 25 personnes préalablement contre le programme se disent prêtes à payer.

La section suivante aborde l'analyse économétrique et se concentre sur les deux scénarios proposés.

Section 2 : Les résultats économétriques

Cette section présente différents modèles économétriques dont la finalité est de mieux comprendre les réponses des agents, surtout le CAP. Nous présentons dans un premier temps, la discrimination entre ceux qui sont prêts à payer pour une amélioration de l'approvisionnement en eau potable et les autres. Nous proposons dans le deuxième paragraphe, une estimation des consentements moyens à payer.

2.1 Probabilité d'adoption du programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable

La partie centrale du questionnaire a consisté à identifier les agents qui sont prêts à payer pour une amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Le scénario proposé aux agents était :

- Choix 1 : accepter de payer pour disposer d'eau potable à domicile et bénéficier de tous les avantages qu'offre une telle situation en matière de prix.
- Choix 2 : garder la situation actuelle et continuer de s'approvisionner auprès de revendeurs d'eau ou disposer d'un branchement collectif.

85 % des agents ont préféré le choix 1. Cette proportion est largement supérieure aux résultats généralement obtenus dans d'autres études. En effet, lorsque les agents ne sont pas directement invités à révéler leur CAP, la proportion des personnes qui acceptent de payer n'excède pas 50 % (Rozan, 1999). Mais ce résultat doit être lié à la particularité de l'eau qui est un bien intimement lié à l'activité humaine. Mais l'avantage de la question préliminaire de notre situation hypothétique, est qu'elle permet d'identifier a priori les personnes qui ont un CAP nul.

Les modèles permettant de traiter cette information sont les modèles à variables qualitatives : le modèle probit et le modèle logit. Les résultats entre les deux modèles diffèrent peu (Amemiya, 1981). Nous présentons donc uniquement le modèle probit.

Le modèle se présente comme suit :

Soit y , la variable qualitative : $y = 1$, si l'agent est prêt à payer pour disposer d'un branchement individuel et $y = 0$, sinon. La variable quantitative auxiliaire, y^* , sous-jacente correspond au montant que l'agent est prêt à payer pour participer au programme. Nous supposons que cette variable auxiliaire peut être approchée par un modèle linéaire :

$$y_i^* = X_i b + u_i$$

Les perturbations u_i sont supposées indépendantes, de moyenne nulle et telles que les variables u_i/σ où σ est un paramètre positif, suivent une même loi de fonction de répartition F . La variable qualitative observée est définie à partir de cette variable latente par :

$$y = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

A partir des deux équations précédentes, il est possible de déduire la loi de y :

$$\begin{aligned} P[y=1] &= P[y_i^* > 0] = P[X_i b + u_i > 0] \\ &= P[u_i / \sigma > -X_i b / \sigma] \\ &= 1 - F[-X_i b / \sigma] \\ &= F[X_i b / \sigma] \text{ si la loi est symétrique.} \end{aligned}$$

Ce modèle nous permet d'estimer la probabilité de participer au programme, ainsi que d'identifier les variables ayant une incidence sur cette probabilité (âge, revenu, connaissance de pollution, etc.).

L'ensemble des 300 observations a été utilisé. Nous rappelons que l'échantillon est composé uniquement de personnes ne disposant pas de branchement individuel à la SONEB. Il y a d'un côté les ménages qui achètent l'eau auprès des revendeurs d'eau et ceux plus nombreux, qui utilisent collectivement un compteur. Nous avons donc dans le modèle une variable qui distingue les deux groupes de ménage.

La plupart des variables utilisées dans le modèle probit sont des indicatrices. Cela permet d'avoir une forme fonctionnelle libre. Les indicatrices permettent en outre d'éviter que certaines variables aient un poids trop important et de créer plus facilement d'autres indicatrices en les croisant.

Les régressions sont issues d'un processus de plusieurs étapes :

- élimination des variables pour lesquelles 90 % et plus de l'échantillon agit de manière identique, c'est à dire les observations avec 90 % de oui ou 90 % de non
- régression sur l'ensemble des variables et élimination des indicatrices peu ou pas significatives.

Les tableaux 11 et 12 présentent la variable expliquée et les variables explicatives d'une part, et d'autre part, les résultats de la régression ainsi que la table de prédiction du modèle.

Tableau 11 : Dictionnaire des variables

Variables	Etiquette	Type	Valeurs
CAP	Accepter de payer pour un branchement individuel ou non	Variable expliquée du modèle probit, Qualitatif,	1 si l'individu accepte de payer, 0 sinon
Montcap	Montant du CAP	Variable expliquée du modèle linéaire, quantitatif	Valeur du CAP en francs CFA
CAP250	Accepter de payer 250	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu accepte de payer 250, 0 sinon
cherete	Perception du prix de vente de l'eau par la SONEB	Variable explicative, qualitatif	1 si l'eau est chère, 0 sinon
Locatair	Statut du logement	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu est locataire, 0 sinon
qglobale	Quantité totale d'eau consommée par l'individu, toute source confondu	Variable explicative, quantitatif	Quantité en m ³
qSONEB	Quantité d'eau de robinet consommée	Variable explicative, quantitatif	Quantité en m ³
qnonSONEB	Quantité d'eau de puits consommée	Variable explicative, quantitatif	Quantité en m ³
SONEBcoll	Mode d'approvisionnement en eau de la SONEB	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a un branchement collectif, 0 sinon
age	Age du chef de ménage	Variable explicative, quantitatif	Age
agedeux	Age au carré		
aucun	Niveau d'instruction	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu n'est pas instruit, 0 sinon
Educ1	Niveau d'instruction	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a le niveau d'éducation primaire, 0 sinon
Educ2	Niveau d'instruction	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a le niveau d'éducation secondaire, 0 sinon
Educ3	Niveau d'instruction	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a le niveau d'éducation supérieur, 0 sinon
Age1	Tranche d'âge de l'individu	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a moins de 30 ans, 0 sinon
Age 2	Tranche d'âge de l'individu	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a entre 30 et 45 ans, 0 sinon
Age3	Tranche d'âge de l'individu	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a entre 45 et 60 ans, 0 sinon
Age4	Tranche d'âge de l'individu	Variable explicative, qualitatif	1 si l'individu a plus de 60 ans, 0 sinon
Revenu	Revenu du ménage	Variable explicative, quantitatif	Revenu en F CFA
Tranch2	Tranche de revenu 2	Variable explicative, qualitatif	1 si le revenu est compris entre 25000 et 50000 F CFA, 0 sinon
Tranch3	Tranche de revenu 3	Variable explicative, qualitatif	1 si le revenu est compris entre 50000 et 75000 F CFA, 0 sinon
Tranch4	Tranche de revenu 4	Variable explicative, qualitatif	1 si le revenu est compris entre 75000 et 100000 F CFA, 0 sinon
Tranch5	Tranche de revenu 5	Variable explicative, qualitatif	1 Si l'individu a plus de 100000 francs CFA, 0 sinon
lambda	Inverse du ratio de Mill		

Tableau 12 : Résultats du modèle probit

cap	Coefficients	t	P> t
efmenage	-.0319386	-1.02	0.306
age2	1.572717	4.14	0.000
age3	.8450697	2.64	0.008
age4	.6515446	1.21	0.227
qglobale	.0828512	2.06	0.040
cherete	.9006632	3.76	0.000
locatair	-.3889048	-1.67	0.095
SONEBcoll	-.2636766	-1.90	0.031
educ1	-.0170259	-0.06	0.953
educ2	.8113748	2.23	0.026
educ3	.8153653	2.15	0.032
tranch2	-.0880323	-0.30	0.768
tranch3	.5844678	1.34	0.182
tranch4	-.0915899	-0.25	0.802
tranch5	-.6281918	-1.79	0.073
constante	-.4628555	-0.84	0.400
Nombre d'observations : 300		Chi2(15) = 50.95	Prob > Chi2 0.0000
Pseudo R² = 0.269		Log vraisemblance = - 88.69	

On constate que les variables indicatrices de l'âge (à l'exception de la tranche d'âge 4, correspondant aux plus de 60 ans) et du niveau d'instruction sont significatives³. Les plus jeunes participent plus volontiers au programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. On remarque en effet que les personnes ayant plus de 60 ans n'acceptent pas de participer au programme sans doute parce qu'elles estiment qu'elles n'auront pas la possibilité de jouir de l'investissement à réaliser pour disposer d'un branchement individuel en alimentation en eau potable. Les niveaux d'éducation 2 et 3 sont significatifs. Ce qui signifie que, les personnes ayant au moins le niveau d'instruction secondaire, sont prêtes à participer au programme. Razanfindralambo (2001) avait déjà, lors d'une enquête contingente réalisée à Madagascar,

³ Les tests de significativité des variables sont réalisés avec le test de Wald.

montré que l'éducation était un déterminant du CAP, surtout lorsque le niveau d'éducation dépasse le niveau primaire.

On devrait s'attendre à ce que l'effectif du ménage soit significativement positif, ce qui n'est pas le cas. L'une des raisons susceptibles d'expliquer ce résultat est la peur du gaspillage. Pour beaucoup de ménages, le fait de disposer d'un robinet à domicile peut entraîner une sur-utilisation de l'eau surtout lorsqu'il y a beaucoup d'enfants dans le ménage et que les parents sont souvent absents. Ce résultat confirme ceux trouvés par Calkins et al en 2002 au Mali. En effet, la taille du ménage est négativement corrélée avec le CAP.

Les variables indicatrices du statut du logement (locataire ou propriétaire) sont significativement négatives. Les personnes qui sont en location ne sont donc pas prêtes à participer au programme. En fait, ces personnes ne rejettent pas l'idée de disposer d'un branchement individuel, mais elles considèrent que c'est au propriétaire du logement qu'incombe la responsabilité de réaliser de tels investissements. On a remarqué en effet que la plupart des répondants associent l'idée de disposer d'un branchement individuel d'alimentation en eau potable à un important investissement préalable. Ces personnes accepteraient volontiers de participer au programme si elles étaient propriétaires de leur maison.

Le coefficient de La variable indicatrice du mode d'approvisionnement (branchement collectif ou achat d'eau chez les revendeurs) est également significativement négative. Les ménages disposant d'un branchement collectif et qui partagent donc le même compteur et payent ensemble le montant de la facture, sont moins prêts à participer au programme. Ce résultat s'explique par le fait que le coût d'accès à l'eau potable pour ces ménages est moins élevé que celui des ménages qui achètent l'eau auprès de revendeurs d'eau. S'il est vrai que le fait de s'associer à plusieurs autour d'un même robinet augmente substantiellement la facture d'eau⁴, il n'en demeure pas moins que le coût d'accès à l'eau potable des ménages disposant d'un branchement collectif est moins élevé que celui des ménages qui s'approvisionnent auprès de revendeurs.

La quantité totale d'eau consommée par les ménages est significativement positive. Ce qui signifie que plus les ménages consomment de l'eau, plus la probabilité qu'ils acceptent le programme augmente. Cette quantité totale d'eau est la somme de tous les usages dans le ménage.

Le résultat le plus surprenant concerne les variables indicatrices du revenu. On s'attend en effet à ce que le revenu soit un déterminant de la probabilité d'acceptation du programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Cependant,

⁴ Lorsque plusieurs ménages utilisent le même branchement, la consommation d'eau du compteur augmente et les quantités dépassent largement la tranche subventionnée. La facturation passe alors de 250 francs CFA à 450 francs CFA

la question préalable ne fait pas immédiatement référence au revenu mais, avait pour but d'identifier les personnes prêtes à participer au programme. La question du montant à payer n'est posée que lorsque l'enquêté accepte de participer au programme. Le répondant se sent donc en confiance car il pense qu'il a la possibilité de proposer un montant en adéquation avec son niveau de revenu. La régression linéaire tend à justifier cette interprétation.

2.2 Le consentement à payer pour une amélioration de l'approvisionnement en eau potable

Compte tenu de la structure du questionnaire, seul un sous échantillon a été amené à révéler le montant du CAP : les ménages qui ont accepté de participer au programme. Faire une régression du type MCO sur les montants risquerait de produire des estimateurs non convergents. Pour éviter ce problème ainsi que celui du biais de sélection, nous utilisons la méthode de Heckman (1979) pour la régression sur les montants du CAP.

La méthode de Heckman comporte deux étapes. Le premier modèle explique la variable qui est à l'origine de la sélection. Cette variable est binaire, le modèle retenu est un modèle probit. Dans notre cas, il s'agit du choix de participer ou non au programme, car seules les personnes prêtes à participer au programme ont un CAP positif. Le deuxième modèle est une régression linéaire sur le sous-

échantillon des personnes ayant un CAP positif ; on ajoute à la liste des variables explicatives, l'inverse du ratio de Mill, noté λ .

Ainsi, dans un premier temps, nous observons y qui vaut 1 si $y^* > 0$ et y vaut 0 si $y^* \leq 0$. La variable latente y^* détermine l'échantillon sélectionné :

$$y_i^* = X_i b + u_i$$

Soit z_i la variable expliquée correspondant au CAP ouvert, annoncé par les agents sélectionnés :

$$z_i = w_i \beta_w + \beta_\lambda \lambda_i + \varepsilon_i$$

où $\lambda_i = \frac{\phi(X_i b)}{\Phi(X_i b)}$; ϕ est la densité de probabilité de la loi normale

centrée réduite et Φ la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite.

λ a été calculé sur la base de la régression probit présentée dans le tableau 10⁵. La variable expliquée correspond au montant du CAP, c'est à dire la réponse à la question ouverte : *"indiquez sur la carte le montant maximal que vous êtes prêts à payer pour une amélioration de l'approvisionnement en eau potable."* Etant donné les résultats de l'hypothèse selon laquelle les bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement sont plus importants pour les ménages qui achètent l'eau que pour ceux qui disposent d'un branchement collectif, nous avons introduit une variable pour

⁵ Les détails du calcul sont présentés à l'annexe N° 2

différencier les deux groupes de ménages. Nous avons également introduit une variable pour tester l'hypothèse concernant l'influence de l'existence de sources gratuites d'approvisionnement sur le montant du CAP. Le tableau 13 présente les résultats de la régression.

Tableau 13 : Résultats de la régression linéaire

Montantcap	Coefficients	t	Prob > t
efmenage	5.699673	1.98	0.049
age	-17.74586	-2.85	0.005
agedeux	.1648258	2.80	0.006
qSONEB	-3.009108	-0.64	0.523
qnonSONEB	-6.942311	-2.23	0.026
cherete	-124.0108	-4.11	0.000
locatair	-18.42931	-2.61	0.012
SONEBcoll	-31.75309	-1.97	0.049
educ1	5.010285	0.14	0.892
educ2	-49.02925	-1.13	0.259
educ3	-78.3854	-1.52	0.130
tranch2	46.86405	1.25	0.213
tranch3	87.30765	2.19	0.030
tranch4	115.2745	1.85	0.066
tranch5	86.53312	1.73	0.087
lambda	-182.3108	-2.03	0.044
Constante	842.6673	4.52	0.000
Nombre d'observation : 258		F(16, 241) = 6.58	
R² = 0.15		Prob > F = 0.0000	

λ est significativement différent de zéro. Ce résultat signifie que la sélection a une influence sur la régression et il était donc important de procéder à la sélectivité endogène de Heckman, car une régression de type MCO aurait donné des estimateurs biaisés. Nous avons introduit le carré de l'âge comme variable explicative

car la relation entre l'âge et le montant du CAP n'est pas linéaire. L'âge et l'âge au carré sont tous les deux significatifs.

Nous avons fait l'hypothèse que la présence de sources concurrentes diminuait le CAP pour l'eau potable. Dans la régression linéaire, nous avons introduit comme variables explicatives, les quantités d'eau consommées à des sources autres que la SONEB. Le coefficient de cette variable est significativement négatif. La cherté de l'eau, le mode d'approvisionnement et le statut du logement ont tous une influence négative sur le CAP.

La variable indicatrice du niveau d'éducation n'est plus significative dans le modèle linéaire. Par contre, les variables indicatrices du revenu le sont. Tout se passe comme si, le niveau d'éducation n'est pas le déterminant du montant du CAP, mais le niveau de revenu. Les niveaux de revenu 3, 4 et 5 sont significativement positifs, mais le CAP n'est pas une fonction monotone du revenu. Les ménages dont les revenus se situent dans les tranches 3 et 4 sont prêts à payer davantage que ceux dont le revenu se situe dans la tranche 5. Ce phénomène a déjà été observé au cours de l'analyse de statistique descriptives où, le CAP croît en fonction du revenu jusqu'à un certain niveau et se met à décroître. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par Rozan (1999) lors d'une étude sur la pollution atmosphérique. Le fait que le niveau d'éducation ne soit pas significatif dans le modèle linéaire a également été observé au cours d'autres études. C'est le cas par

exemple de l'étude de Calkins et al au Mali, et celui de Razanfindralambo à Madagascar.

A partir des deux modèles précédents, nous avons calculé le CAP moyen prédit. Ce CAP peut être interprété comme le coût indirect que supporte un ménage chaque fois qu'il achète un mètre cube d'eau.

Le CAP moyen est calculé pour l'ensemble de l'échantillon, aussi bien pour les agents qui acceptent de participer au programme (CAP positif) que pour ceux qui refusent (CAP nul). Le détail du calcul est présenté à l'annexe 4. Nous avons calculé le CAP pour le modèle linéaire et pour le modèle log-linéaire.

Le CAP moyen prédit est de 274 francs CFA pour le modèle linéaire et 234 francs CFA pour le modèle log-linéaire. La différence entre les deux estimations s'explique par le fait que le modèle log-linéaire ne prédit pas de CAP négatif. Il ne s'agit cependant, que d'un ordre de grandeur. Le coût de l'approvisionnement en eau potable et donc de l'accès à l'eau potable est très important. En considérant le modèle linéaire, le coût de l'accès à l'eau potable est plus important que le prix de vente des six premiers mètres cubes d'eau à la SONEB.

En définitive, le coût de l'approvisionnement en eau potable représente une part très importante dans les dépenses de consommation d'eau des ménages. Les ménages ne disposant pas de branchement individuel dépensent en moyenne un surcoût de 274 francs CFA pour acheter un mètre cube d'eau. Prendre en compte le coût de l'accès à l'eau potable est très important puisque plus de la moitié de la population est concernée par les problèmes d'approvisionnement en eau potable. Nous comparons ces résultats avec ceux de l'exploitation de la question fermée.

2.3 Les résultats de l'exploitation de la question fermée

Dans la structure du questionnaire, nous avons délibérément choisi a priori de ne pas révéler aux répondants le prix de vente des 6 premiers mètres cube d'eau par la SONEB. Le prix a été révélé à l'ensemble des répondants après qu'ils aient répondu aux questions 3.3 et 3.4. Nous présentons ici une régression de type probit sur les informations recueillies concernant la probabilité que les enquêtés acceptent de payer 250 F CFA pour acheter l'eau potable. La méthode d'estimation est la même que celle présentée en début du paragraphe 2.1. Les variables utilisées pour cette régression sont les mêmes que pour la régression précédente pour permettre la comparaison entre les deux modèles. Les résultats sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Modèle probit sur la question fermée

Cap250	Coefficients	t	<i>Prob</i> > <i> t </i>
efmenage	.007772	0.34	0.735
age	-.1253194	-3.08	0.002
agedeux	.0010824	2.76	0.006
qSONEB	.0854711	1.95	0.051
qnonSONEB	.0004945	0.02	0.985
cherete	-.9369325	-3.82	0.000
locatair	.1130755	0.55	0.579
SONEBcoll	-.4864638	-2.54	0.011
educ1	.1489622	0.62	0.537
educ2	-.1732736	-0.64	0.519
educ3	-.1249776	-0.43	0.668
tranch2	.4232086	1.66	0.097
tranch3	1.187968	4.10	0.000
tranch4	.7032116	2.07	0.039
tranch5	1.195878	3.81	0.000
Constante	3.826776	3.85	0.000

Nombre d'observations : Chi2(15) = 57.1 **Prob > Chi2 = 0.0000**
300
Pseudo R² = 0.16 **Log vraisemblance = - 150.73**

Les variables utilisées dans ce modèle sont les mêmes que celles du modèle linéaire. Nous voulons comparer les résultats des deux modèles. Comme dans le modèle linéaire, l'âge et l'âge au carré sont significativement différents de zéro. La quantité d'eau des sources alternatives a également une influence sur la probabilité d'accepter de payer 250 francs CFA. La variable indicatrice de la cherté de l'eau est comme précédemment significativement négative. Il en est de même pour la variable indicatrice du mode d'approvisionnement.

L'exploitation de la question fermée concernant le paiement de 250 francs le mètre cube d'eau donne à peu près les mêmes résultats que la régression linéaire. En effet, les variables indicatrices du niveau d'éducation ne sont pas significatives, mais les indicatrices du revenu le sont. Tout comme dans le modèle précédent, le CAP n'est pas une fonction monotone du revenu.

Les modèles probit et la régression linéaire nous ont permis de prédire le CAP moyen qui peut être considéré comme le CAP de la personne représentative de la population de Parakou. Ce CAP traduit le bénéfice moyen lié au coût d'accès à l'eau potable qui est de 274 francs CFA.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre l'analyse des résultats de statistique descriptive et économétrique. Le résultat le plus important est que le coût de l'approvisionnement en eau potable est plus important que le prix de vente de l'eau de la SONEB.

Nous avons présenté dans un premier temps l'analyse de statistique descriptive qui nous a permis de mieux connaître l'ensemble des données. Nous avons dégagé de cette analyse des résultats généraux que nous avons validé grâce à l'analyse économétrique.

L'analyse économétrique s'est déroulée en plusieurs étapes : nous avons estimé un modèle probit pour analyser l'acceptabilité du programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Ce modèle a permis d'identifier les personnes qui sont prêtes à participer au programme, ainsi que les déterminants de l'acceptabilité du programme. Nous avons ensuite estimé un modèle linéaire pour le sous échantillon des ménages dont le CAP est positif par la méthode de Heckman. Cette méthode permet de corriger le biais de sélection.

Les enseignements de ce chapitre sont nombreux. Si le coût de l'approvisionnement est important pour l'ensemble de la

population, il l'est davantage pour les ménages qui achètent l'eau auprès des revendeurs. Une politique d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable devrait viser en priorité ceux là.

Les ménages en location ne sont pas prêts à participer au programme. Le branchement individuel nécessite en effet un investissement important qu'ils ne sont prêts à réaliser tant qu'ils ne sont pas dans leur propre maison. Ce résultat doit inciter les pouvoirs publics à accélérer la viabilisation des zones à habiter qui, ralentit l'installation des populations et l'extension du réseau dans l'ensemble de la ville.

CONCLUSION GENERALE

La présente thèse montre que le coût d'accès à l'eau potable est important et que les bénéfices de l'approvisionnement en eau potable sont plus élevés pour les ménages qui achètent l'eau auprès de revendeurs d'eau que pour ceux qui disposent d'un branchement collectif. Le coût d'accès à l'eau potable s'élève à 311 francs CFA par mètre cube pour l'ensemble de la population et à 320 et 287 respectivement pour les ménages qui achètent l'eau auprès des revendeurs et pour ceux disposant d'un branchement collectif. Ces chiffres sont proches de ceux trouvés par Soglo en 2000 dans la ville de Cotonou (358 francs CFA) et inférieurs à ceux trouvés par Lankoandé en 2000 pour la ville de Ouagadougou (427 francs CFA). La principale implication de ce résultat est que les bénéfices d'une amélioration de l'approvisionnement en eau potable sont souvent ignorés. Ces bénéfices sont d'autant plus ignorés que les agents économiques développent plusieurs stratégies compensatoires pour palier les difficultés d'accès à l'eau potable. L'existence de sources concurrentes gratuites tend également à occulter les bénéfices d'une amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Parmi les bénéfices d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable, nous avons choisi d'estimer les bénéfices en termes d'économie d'argent pour les ménages. Ainsi, une amélioration de l'approvisionnement en eau induit une économie de 274 F CFA par mètre cube d'eau achetée. Ce bénéfice très important est plus élevé

que le prix de vente des 6 premiers mètres cube d'eau par la SONEB.

Nous avons estimé le coût d'accès à l'eau potable par la méthode d'évaluation contingente à partir du CAP pour une amélioration de l'approvisionnement en eau potable. On reproche souvent au CAP de ne pas être un bon indicateur de la valeur du bien évalué. Cependant, l'eau potable est présente à tous les stades de l'activité humaine. Le fait que les agents économiques soient habitués à payer pour acheter l'eau leur permet de mieux exprimer leurs préférences à travers un CAP.

Cette étude nous a amené à effectuer plusieurs choix méthodologiques. Le premier porte sur l'identification de la population à enquêter. Nous avons délibérément enquêté les ménages qui ne disposent pas de branchement individuel. Cet échantillon qui peut paraître biaisé se justifie par le fait qu'au delà des problèmes liés à la qualité du service fourni par la SONEB, les personnes ne disposant pas d'un branchement individuel ont des problèmes d'approvisionnement en eau potable très différents des autres ménages. Nous pensons que les bénéfices sont plus importants pour le premier groupe de ménages et que l'urgence consiste à réduire le coût d'accès à l'eau potable pour ces derniers. Cette manière séquentielle d'aborder le problème nous a permis de ne pas occulter les coûts d'accès pour nous focaliser sur d'autres

problèmes, comme par exemple, l'inconstance de l'approvisionnement ou encore la qualité de service. Ces problèmes sont également importants toutefois, il serait intéressant de les étudier dans un contexte où la quasi-totalité des ménages dispose d'un branchement individuel.

Le deuxième choix méthodologique que nous avons effectué concerne l'identification immédiate des ménages qui sont prêts à participer au programme d'amélioration de l'approvisionnement en eau potable. Nous avons donc posé une question préalable sur le principe d'accepter de payer ou non. Cette précaution permet de ne pas mettre les répondants dans une situation où ils pourraient se croire obligés d'annoncer un CAP, dans le cas où on leur aurait directement demandé combien ils étaient prêts à payer pour disposer d'un branchement individuel d'eau potable à domicile. L'élimination a priori des personnes qui ne sont pas prêtes à participer au programme, permet de ne pas surévaluer le CAP, surtout qu'il s'agit d'une évaluation hypothétique.

Le troisième choix méthodologique concerne l'information à apporter aux enquêtés. Cette information conditionne leur choix et est susceptible d'améliorer l'évaluation contingente. En effet, pour éviter le biais d'ancrage, nous avons choisi de ne pas révéler le prix de vente du mètre cube d'eau par la SONEB avant que le répondant ait choisi de refuser ou de participer au programme, et le cas

échéant, qu'il ait révélé son CAP. Le prix de vente de l'eau est censé être connu, mais les agents ne font généralement attention qu'au total de leur facture. Le prétest du questionnaire a d'ailleurs permis de valider cette hypothèse, puisque sachant le prix de vente de l'eau par la SONEB, les répondants ont tous tendance à donner ce montant comme CAP. L'information concernant le prix de vente de l'eau a été donnée à la fin du scénario hypothétique et les enquêtés étaient invités à dire si oui ou non, ils étaient prêts à payer ce montant.

Le travail que nous avons mené tout au long de la thèse pose plusieurs problèmes et ouvrent quelques perspectives de recherche. Plusieurs autres travaux sont possibles à la suite de celui-ci.

L'évaluation contingente que nous avons menée l'a été auprès d'une population ciblée : celle ne disposant pas de branchement individuel à domicile. Cependant, comme nous le disions précédemment, les problèmes d'approvisionnement existent également pour les ménages disposant d'un branchement individuel, et occasionnent des coûts. Si le coût d'accès pour le premier groupe de ménages est plus important, il n'est pas négligeable pour le deuxième groupe. Les problèmes de coupures d'eau, la mauvaise qualité du service et l'inconstance de l'approvisionnement sont autant de pistes pour des recherches futures.

Dans notre thèse nous avons évoqué l'impact que la consommation d'une eau de mauvaise qualité sur la santé, ainsi que les problèmes de pollution. Ces questions n'ont pas été traitées dans la présente thèse car l'étude s'est davantage appesantie sur les bénéfices en termes d'économie de ressources financières pour les ménages. Nous pensons que des études prenant en compte la dégradation de la santé suite à une alimentation en eau à partir d'une source polluée, permettront d'évaluer l'ensemble des bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable.

Malgré les problèmes méthodologiques qui ont été développés tout au long de cette thèse, nous pensons que cette recherche montre que les coûts et les bénéfices de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable sont importants et que les estimations sont assez fiables pour servir de base à la décision publique.

BIBLIOGRAPHIE

Agathe D. E. et Billings R. B. (1997), "Equity and Conservation Pricing Policy for Government-run Water Utility", *Journal of Water Supply Research and Technology*, AQUA 46 (5), 252 – 260.

Amemiya T (1981), "Qualitative Response Models : A Survey", *Journal of Economic Literature*, Vol. 19, N°4, 1483 – 1536

Amigues J. P., Bonnieux F., Le Goffe P. et Point P. (1995), "*valorisation des Usages de l'eau*", Economica, France.

Angel M. (1995), "*Calcul Economique et Politique Environnementale : Limites de l'Evaluation Economique et de l'Analyse Coût-avantage*", Rapport de Recherche pour Centre de Prospective et de Veille Scientifique, CERNA, Paris, France.

Arbués F., Barberán R. et Villanúa I. (2000), "Water price impact on residential water demand in the city of Zaragoza: A dynamic panel approach", Paper presented at the 40th European Congress of the European Regional Studies Association (ERSA) in Barcelona, Spain, 30 – 31 August

Arbués F., Garcia-Valinas M. A., Martinez-Espineira R. (2003), "Estimation of residential water demand : a state of the art review", *Journal of Socio-Economics*, 32, 81-102.

Arrow K., Solow R., Portney R., Leamer E. E., Radner R. et Schuman H. (1993), "*Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*", Washington DC, January 1993.

Banque Mondiale (1994), "*Rapport sur le développement dans le monde : des infrastructures dans le développement*", Banque Mondiale, Washington DC, 245 pages.

- Billings R. B. (1990), "Demand-Based Benefit-Cost Model of Participation in Water Project", *Journal of Water Resource Planing and Management*, 116, 593-609.
- Billings R.B. et Agathe D. E. (1998), "State-space versus multiple regression for forecasting urban Water Demand", *Journal of Water Resources Planning and Management (ASCE)* 124 (2), 113 – 117.
- Bishop R. C. and Heberlein T. A. (1979), "Measuring Values of Extramarket Goods: Are indirect measures biased ?" *American Journal of Agricultural Economics*, December 1979, 61, 926 – 30.
- Bower B. T. (1963), "Some Physical, Technological and Economic Characteristics of Water and Water Resource Systems: Implications for Administration", *Natural Resources Journal* 3, 215 – 238.
- Brookshire D. S. et Coursey D. L. (1987), "Measuring the Value of Public Good: an Empirical Comparison of Elicitation procedures", *American Economic Review* 77, 478 – 488.
- Calkins P., Larue B. et Vézina M. (2002), "Willingness to pay drinking water in the Sahara: the case of Douentza in Mali", *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, N° 64.
- Chambouleyron A. (2003), "An Incentive Mechanism for Decentralized Water Metering Decisions", Forthcoming in *Water Resouces Management*.
- Charney A. H. et Woodard G. C. (1984), "A Test of Consumer Demand Response to Water Prices: Comment", *Lands Economics* 60 (4), 713 – 716.
- Clawson M. et Knetsch J. L. (1967), "The Economics of Outdoor Recreation", *American economic Review*, Vol 57, N° 5, Dec 1967, pp 1406 – 1408.

- Coase R. H. (1971), "The theory of public utility pricing and its applications", *Bell Journal of Economics*, 1, 113-118.
- Coing H., Conan H., Etienne J., Morel à l'Huissier A. et Tamiatto M (1998), "*Pour une Gestion durable des systèmes d'approvisionnement en eau potable dans les petits centres et villes d'Afrique*", UNESCO, Paris, 19, 20 et 21 mars.
- Craun G. F., Calderon R. L. et Nwachuku N. (2002), "Causes of Waterborne Outbreaks in the United States", in *Drinking Water and infectious disease: Establishing the Links*, P. R. Hunter et al (eds), CRC Press, London, 105 – 107.
- Dandy G., Nguyen T. et Davies C. (1997), "Estimating residential Water Demand in the Presence of Allowances", *Lands Economics* 73 (1), 125 – 139.
- Dalhuisen J. M., Florax J. G. M., de Groot H. L. F. M., and Kijkamp P. (2001), "Price and Income Elasticities of Residential Water Demand", *Tin Bergen Institute Discussion Paper T1*, N°2001-057/3.
- Desaigues B., et Point P. (1990) : "Les méthodes de détermination d'indicateurs de valeurs ayant la dimension de prix pour les composantes du patrimoine naturel", *revue économique*, vol 41, n° 2, mars 1990.
- Desaigues B., et Point P. (1993) : "*Economie du patrimoine naturel : la valorisation des actifs du patrimoine naturel*", Economica.
- Dupuit, J. (1844), "De la Mesure de l'Utilité des Travaux Publics", *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^{ème} ser., vol. VII, Paris, France.
- Espey M., Espey J. et Shaw W. D. (1997) "Price Elasticity of Residential Demand for Water: a meta-analysis", *Water Resources Research*, 33 (6), 1369 – 1374.
- Etienne J., Maïga A. et Morel à l'Huissier A. (1998), "*Aspects socioéconomiques de la demande d'eau domestique en Afrique subsaharienne : Quelles leçons pour la gestion de l'eau?*", Communication UNESCO, Paris, Juin 1998.

- Faucheux S. et Noël J.-F. (1995), "*Economie des ressources naturelles et de l'environnement*", Armand Colin Editeur, Paris Cedex 05.
- Flinn J. C. et Musgrave W. F. (1970), "Development and Analysis of Input-Output Relations for Irrigation Water", *Australian Journal of Agricultural Economics* 11, 1 – 9.
- Hanemann W. M. (1984), "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses", *American Journal of Agricultural Economics*, August, 66, 332 – 341.
- Hanemann W. M. (1991), "Willingness to Pay and Willingness to Accept: How much can they Differ?", *American Economic Review* 81 (3), 635 – 647.
- Hanemann W. M. (1994), "Valuing the Environment through Contingent Valuation", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, N° 4, 19 – 43.
- Diamond J. et Hausman J. A. (1993) "*Contingent Valuation : A critical Assessment*", Amsterdam, North Holland Press, 1993.
- Heberlein T. A. (1989), "Attitudes and Environmental Management", *Journal of Social Issues*, 45, 37 – 57.
- Heckman J. J. (1978), "Dummy endogenous variables in a simultaneous equation system", *Econometrica* 46 (4), 931-959.
- Hewitt J. A. and Hanemann W. N. (1995) "A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing", *Land Economics*, 71, 173-192.
- Hicks J. R. (1943), "The four consumer's surplus", *Review of Economic Studies*, 11, 31-44.

- Hotelling, H. (1938), "The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and Railway and Utility Rates", *Econometrica*, Vol. VI (1938).
- Howe C. W., Schurmeier D. R. and Shaw D. W. (1990), "*Urban Water Supply Reliability : Preferences of managers, elected official and water users in Boulder, Colorado*", Water Resources Research Institute, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Israël A. (1992), "*Issues for infrastructures management in 1990's*", World Bank, Washington DC.
- Johanson P.O. (1987) "*The Economics Theory and Measurement of environmental Benefits*", Cambridge, Cambridge University Press.
- Jones C. V. et Morris J. R. (1984), "Instrumental Prices Estimates and Residential Water Demand", *Water Resources Research*, 20 (2), 197 – 202.
- Kahneman D. et Knetsch J. L. (1992), "Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction", *Journal of Environmental Economics and Management*, January 1992, 22, 57 – 70.
- Kahneman D. and Tversky A. (1979), "Prospect theory: an analysis of decisions under Risk", *Econometrica*, 47, 263-291.
- Lankoandé M. (2000), "*Evaluation de la demande en eau potable dans la ville de Ouagadougou*", Mémoire de DEA, UFR-SEG, Université de Ouagadougou.
- Mac Phail A. A. (1993), "Five Percent Rule for Improved Water Services: Can Households Afford More ?", *World Development*, vol. 21, N° 6, 963 – 973.
- Maresca B., Poquet G., Pouquet L. et Ragot K. (1997) "*L'eau et les Usages Domestiques : Comportement de Consommation de l'eau dans les Ménages*", CREDOC, Cahier de Recherche C104 200 F.

- Martin R. C. et Wilder R. P. (1992), "Residential Demand for Water and the pricing of Municipal Water Service", *Public Finance Quarterly* 20 (1), 93 – 102.
- Martinez-Espineira R. (2002), "Estimating water demand under increasing block tariffs using aggregate data and proportions of users per block", in *Current Issues in the Economics of Water Resource Management: Theory and Policy*, P. Swason, and T. Xepapadeas (Eds), Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, Chapter 2, pp 27-46.
- McClelland G. H., Schulze W. D. and Coursey D.L. (1989), "*Valuing Low Probability Hazards, Experimental Evidence for a bimodal Response to Unlikely Events*", Working Paper, University of Colorado at Boulder.
- Milgrom P. (1993) "Is Sympathy an Economic Value ?", in *Contingent Valuation: A Critical Assessment*. Hausman J. Ed, Amsterdam: North Holland Press, 1993, 417 – 42.
- Mitchell R. C. et Carson R. T. (1989), "*Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent Valuation Method*", Resources for the Future, Washington.
- Moffitt R. (1986), "The Econometrics of Piecewise-Linear Budget Constraints", *Journal of Business and Economics Statistics*, 4 (3), 317-328.
- Moffitt R. (1990), "The econometrics of kinked budget constraint", *Journal of Economic Perspectives* 4 (2), 119-139.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (1993), "*Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*", Federal register, 1993, 58, 10, 4602 – 14.
- Nauges C. et Thomas A. (2000), "Privately-operated Water Utilities, Municipal price negotiation, and Estimation of Residential Water Demand: the Case of France", *Lands Economics* 76 (1) 68 – 85.

- Nieswiadomy M. L. (1992), "Estimating Urban Residential Demand: effects of prices structure, Conservation and Education", *Water Resources Research* 28 (3), 609 – 615.
- Nieswiadomy M. L. and Molina D. J. (1989), "Comparing residential Water Estimates under decreasing and increasing block Rates using Household Data", *Land Economics* 65 (3), 280 – 289.
- Nieswiadomy M. L. and Molina D. J. (1991), "Note on Price Perception in Water Demand Models", *Lands Economics*, 67, 352-359.
- Nordin J. A. (1976), "A proposed modification on Taylor's demand-supply analysis: comment", *The Bell Journal of Economics* 7 (2) 719 – 721.
- OCDE (2004), "*Améliorer la gestion de l'eau : L'expérience récente de l'OCDE*", OECD Publications, Paris, France.
- Organisation Mondiale de la Santé (2004), "*Amélioration de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement dans le monde : Coûts et avantages*", Document de travail, WHO / SDE / WSH / 04.04.
- Picard P. (1994) : "*Eléments de microéconomie*", tome1 : théories et applications, 4^e édition, Montchrestien.
- Point P. (1993), "Partage de la ressource et demande d'alimentation en eau potable", *Revue économique*, n° 4, 849-862, juillet 1993.
- Point P. (1999), "La mesure économique des services délivrés par les hydrosystèmes", in *La Valeur Economique des Hydrosystèmes, Méthodes et modèles d'Evaluation des Services Délivrés*, P. Point (ed), Economica.
- Randall A. (1981), "Property Entitlements and Pricing Policies for a Maturing Water Economy", *Australian Journal of Agricultural Economics* 25, 195 – 212.

- Randall A. et Stoll J. R. (1980), "Consumer's surplus in the Commodity space", *American Economic Review* 70 (3), 449 – 455.
- Razanfindralambo R. (2001), "*Valeur économique de l'alimentation en eau urbaine : cas de la ville de Fianarantsoa*", FAC DEGS, Université d'Antananarivo.
- Ridker R. G. (1967), "*Economics costs of air pollution: Studies in Measurements*", New York, Praeger.
- Rietveld P., Rouwendal J. and Zwart B. (1997), "Equity and efficiency in Block Rate Pricing : Estimatilg Water Demand in Indonesia", *Tinbergen Discussion Paper*, N°97-072/3.
- Rosen S. (1974), "Hedonic Prices and Implicit Market : Product differentiation in pure competition", *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.
- Rozan A., Stenger A. et Willinger M. (1999), "Valeur de préservation et transférabilité des bénéfiques : application à la nappe phréatique d'Alsace", in *La Valeur Economique des Hydrosystèmes, Méthodes et modèles d'Evaluation des Services Délivrés*, P. Point (ed), Economica.
- Saleth R. M. et Dinar A. (2000), "*Urban Thirst : Water Supply Augmentation and Pricing Policy in Hyderarab city*", India, The World Bank, Technical Paper N° 395.
- Schefter J. E. et David E. L. (1985), "Estimating Residential Water Demand under Using Aggregate Data", *Land Economics* 61 (3), 272 – 280.
- Schneider M. L. et Whitlatch E. E. (1991), "User-specific Water Demand Elasticities", *Journal of Water Resources Planning and Management* 117 (1), 52 – 73.

- Smith V. K. and Kaoru Y. (1990), "Signal or Noise ? Explaining the Variation in Recreation Benefit Estimates", *American Journal of Agricultural Economics*, 72, 419-433.
- Soglo Y. Y. (2000), "*Approche économique de la demande en eau potable : cas de la ville de Cotonou*", Mémoire de DEA/PTCI, FASEG, Université de Ouagadougou, Juin 2000.
- Soglo Y. Y. (2002), "Estimation de la demande en eau Potable à Cotonou : Une approche par le consentement à payer", in *L'eau Patrimoine Mondial Commun*, Ezin P. et Till G (Eds), Prélude N° 6, Presse Universitaire de Namur, Namur, Belgique.
- Solley W. B., Chase E. B., et Mann W. B. (1983), "*Estimated Use of Water in the United States*", Circular 1001 (US Geological Survey, Washington).
- Stenger A. (1997), "Valeur de préservation des eaux souterraines : application de la méthode d'évaluation contingente", *Revue d'Economie Politique*, 107 (4), juillet-août 1997.
- Stevens T. H., Miller J. et Willis C. (1992), "Effect of price Structure on Residential Water Demand", *Water Resources Bulletin* 28 (4), 681 – 684.
- Stigler G. J. (1971), "The theory of regulation", *Bell Journal of Economic and Management science*, n° 2, p. 3-21.
- Strassler J., Dossou R. K. et Kinsiklounon S. (2000), "*La volonté de payer dans le domaine de l'alimentation en eau et de l'assainissement : une expérience au Bénin*", Helvetas Bénin, édité par l'Imprimerie et Papeterie Continentale du Bénin, avril 2000.
- Taylor L. D. (1975), "The Demand for Electricity : a survey", *The Bell Journal of Economics* 6 (1), 74 – 110.

- Tobin J. (1958), "Estimation of Relationships for limited dependent variables", *Econometrica* 26, 303 – 325.
- Warford J. (1997), "*Marginal Opportunity Cost Pricing for Municipal Water Supply*", IDCR Working Paper.
- Whittington D. (1992), "Possible Adverse Effects of Increasing Block Water Tariffs in Developing Countries", *Economic and Development and Cultural Changes* 41 (1), 75 – 87.
- Whittington D., Briscoe J. Mu X. and Barron W. (1990), "Estimating the willingness to pay for Water in developing countries: a Case Study of Contingent valuation Surveys in Southern Haïti", *Economic Development end Cultural Changes*, 296-311.
- Whittington D. et Lauria X. (1991), "A Study of Water Vending and Willingness to Pay for Water in Nigeria", *World Development*, Vol. 19, N° 2, 170 – 198.
- Whittington D., Smith V. K., Okorafor A., Okore A, Liu J. and Mc Phail A (1992), "Giving Respondents time to think in Contingent Valuation Studies", *Developing country Application and Management*, 22, 205-225.
- Young C. E., Kingsley K. R. et Sharpe W. E. (1983), "Impact on Residential Water Consumption of an increasing rate Structure", *Water Resources Bulletin* 19 (1), 81 – 86.
- Young R. (1996), "*Measuring Economic Benefits for Water Investment and Policies*", The World Bank, Technical Paper N° 338.
- Young R. A. et Havemann R. H. (1993), "*L'analyse économique de l'eau*", in Cahiers du CETAI, ENS-92-01, janvier 1992.
- Zérah M. H. (1995), "*L'accès à l'eau dans les villes indiennes*", Collection Ville dirigée par Denise Pumain.

TABLE DES MATIERES

VISIBILITE.....	I
DEDICACE	III
REMERCIEMENTS	IV
SIGLES ET ACRONYMES	VIII
RESUME.....	IX
SOMMAIRE	1
LISTE DES TABLEAUX ET GRAPHIQUES	1
INTRODUCTION GENERALE.....	3
CHAPITRE 1 : ANALYSE ET ESTIMATION DE LA DEMANDE EN EAU POTABLE ..	11
<i>Introduction</i>	11
<i>Section 1 : Caractéristiques et usages de l'eau</i>	14
1.1 Les caractéristiques de l'eau.....	14
1.1.1 La mobilité et les propriétés de solvant	14
1.1.2 Variabilité de l'offre et économies d'échelles	15
1.1.3 Utilisation séquentielle et complémentarité des produits	16
1.2 Les utilisations de l'eau.....	16
1.2.1 Les usages hors circuit	17
1.2.2 Les usages en circuit	17
<i>Section 2 : Le prix de l'eau</i>	18
2.1 La tarification de l'eau	20
2.1.1 La tarification selon le coût de production	20
2.1.1.1 La détermination des prix d'après le coût marginal	21
2.1.1.2 Le principe du coût moyen.....	23
2.1.2 Les systèmes de tarification	24
2.1.2.1 La tarification constante	24
2.1.2.2 La tarification progressive.....	25
2.1.2.3 La tarification dégressive	26
2.2 Les effets de la tarification sur les paramètres de la demande	27
2.2.1 Les effets d'une droite de budget non linéaire	28
2.2.2 Les effets de la tarification sur les élasticités prix et revenu	30

<i>Section 3 : Les formes fonctionnelles dans l'analyse et l'estimation des fonctions de demande d'eau potable</i>	31
3.1 Les formes fonctionnelles dans l'analyse et l'estimation des fonctions de demande d'eau potable	32
3.1.1 Les variables	32
3.1.1.1 Le prix de l'eau	33
3.1.1.2 Les autres variables.....	34
3.1.2 Les types de données utilisées	36
3.2 Quelques exemples d'estimation de demande en eau potable	37
<i>Conclusion</i>	40
CHAPITRE 2 : EVALUATION DES BENEFICES D'AMELIORATION DES SERVICES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	41
<i>Introduction</i>	41
<i>Section 1 : Les bénéfices de l'approvisionnement en eau potable</i>	43
1.1 Les bénéfices en termes de santé publique.....	44
1.2 Les bénéfices en termes d'économies de ressources financières pour les ménages.....	46
1.3 Les bénéfices en termes de gain de temps.....	47
<i>Section 2 : Les méthodes d'évaluation des actifs du patrimoine naturel</i>	48
2.1 Les méthodes indirectes	49
2.1.1 La Méthode des Coûts de Déplacement (MCD)	49
2.1.2 La Méthode des Prix Hédonistes (MPH)	51
2.2 Les méthodes directes	52
2.2.1 La Méthode d'Evaluation Contingente (MEC)	52
2.2.2 Les limites de la MEC	53
2.2.2.1 Les biais de la méthode	54
2.2.2.2 Apport de l'information et réduction des biais.....	55
<i>Section 3 : Consentement à payer pour une alimentation en eau potable</i> ..	56
3.1 Les coûts d'accès à l'eau potable	61
3.1.1 Les dispositifs de stockage	62
3.1.2 Les méthodes de traitements.....	62
3.1.3 La santé	63
3.2 Consentement à payer ou consentement à recevoir.....	64
3.3 Les études sur le consentement à payer pour l'eau potable	66

<i>Section 4 : Le calcul du CAP moyen</i>	73
4.1 Le CAP moyen dans le cas d'une question ouverte	73
4.1.1 Le modèle de Tobin (1958)	74
4.1.2 La méthode de Heckman (1979)	77
4.2 Le CAP moyen dans le cas de réponses discrètes.....	79
4.2.1 Le principe d'estimation du CAP moyen dans le cas des réponses discrètes	80
4.2.2 Le modèle de Haneman (1982)	82
<i>Conclusion</i>	83
CHAPITRE 3 : ASPECTS METHODOLOGIQUES	84
<i>Introduction</i>	84
<i>Section 1 : Les caractéristiques de l'enquête contingente</i>	86
1.1 Présentation de la zone d'étude.....	86
1.1.1 Caractères physiques de la ville de Parakou	87
1.1.2 L'accès à l'eau dans la ville	88
1.1.3 La SONEB : historique et fonctionnement	90
1.1.3.1 L'absence de raccordement	91
1.1.3.2 La faiblesse de la pression	92
1.1.3.3 Les coupures d'eau	93
1.1.4 Les modes d'approvisionnement en eau dans la ville de Parakou	93
1.1.4.1 Les robinets collectifs.....	94
1.1.4.2 La revente de l'eau.....	95
1.1.4.3 Le puits	95
1.2 Les caractéristiques de l'étude de cas.....	96
1.2.1 La période de l'enquête	96
1.2.2 L'échantillon	97
1.2.3 La logistique de l'enquête	98
<i>Section 2 : Le questionnaire et la technique de questionnement</i>	99
2.1 Le prétest du questionnaire.....	100
2.2 Le questionnaire	101
2.2.1 La première partie du questionnaire	102
2.2.2 La deuxième partie du questionnaire	103
2.2.3 La troisième partie du questionnaire	105

2.3 La technique de questionnement	106
2.3.1 Descriptif de la technique de questionnement	106
2.3.2 Avantages et inconvénients de la méthode	107
2.4 Le traitement économétrique des données	108
2.4.1 Les tests	108
2.4.2 Le calcul du CAP moyen prédit par le modèle	109
Conclusion	110
CHAPITRE 4 : LES RESULTATS DE L'ENQUETE CONTINGENTE	111
Introduction	111
Section 1 : Les résultats de statistique descriptive	113
1.1 Les habitudes de consommation d'eau.....	114
1.1.1 Les sources d'approvisionnement	114
1.1.1.1 Le ménage s'approvisionne à la SONEB.....	115
1.1.1.2 Le ménage s'approvisionne au puits	117
1.1.2 Quels usages pour quelle source d'approvisionnement	117
1.1.3 Les quantités d'eau consommées	119
1.1.3.1 La consommation d'eau selon la catégorie socioprofessionnelle	119
1.1.3.1	
1.1.3.2 La consommation d'eau selon le revenu	120
1.1.4 La qualité de l'eau	121
1.2 Les bénéfices d'adduction d'eau potable	122
1.2.1 Les motivations du refus de payer pour l'eau potable	123
1.2.2 La décision de participer au programme d'amélioration de	
l'approvisionnement en eau potable	124
1.2.2.1 Le CAP selon la profession et le revenu	125
1.2.2.2 Le CAP selon le mode d'approvisionnement.....	127
1.2.3 Le traitement des réponses à la question fermée	129
1.3 Les caractéristiques socioéconomiques des ménages	130
Section 2 : Les résultats économétriques	131
2.1 Probabilité d'adoption du programme d'amélioration de	
l'approvisionnement en eau potable.....	132
2.2 Le consentement à payer pour une amélioration de	
l'approvisionnement en eau potable.....	140
2.3 Les résultats de l'exploitation de la question fermée	145

<i>Conclusion</i>	148
CONCLUSION GENERALE	150
BIBLIOGRAPHIE	155
TABLE DES MATIERES	165

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

ANNEXES 1 : DEPOUILLEMENT DU QUESTIONNAIRE	3
ANNEXE 2 : MODELES EXPLICATIFS DU CAP.....	8
ANNEXE 3: LES TESTS.....	11
ANNEXE 4: CALCUL DU CAP MOYEN PREDIT PAR LE MODELE	14
ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE.....	18
ANNEXE 6 : LES RESULTATS DE L'EXPLOITATION DE LA QUESTION FERMEE	22

ANNEXES 1 : DEPOUILLEMENT DU QUESTIONNAIRE

Variables	Etiquette	Valeurs
q0	Identification	
q1.2	Lieu d'habitation	1 = 1er arrondissement; 2 = 2ème arrondissement; 3 = 3ème arrondissement
q1.4	Catégorie socioprofessionnelle ?	1 = Cadre supérieur; 2 = Employé; 3 = Agriculteur/Fermier; 4 = Profession libérale; 5 = Etudiant; 6 = Retraité; 7 = Chômeur
q2.1.1	Approvisionnement en eau de la SBEE	1 =Oui, 2 = Non
q2.1.1.1	Mode d'approvisionnement	1 = Branchement collectif; 2 = Achat d'eau auprès de revendeurs
q2.1.1.2	Si achat d'eau de la SBEE, distance du point de vente	(Mètres)
q2.1.2	Approvisionnement en eau de puits	1 =Oui, 2 = Non
q2.1.2.1	Localisation du puits	1 = Dans la concession; 2 = Hors de la concession
q2.1.2.2	Si hors de la concession, distance du puits	(Mètres)
q2.1.3	Approvisionnement en eau de borne fontaine	1 =Oui, 2 = Non
q2.1.3.1	Si oui, distance de la borne fontaine	(Mètres)
q2.1.4	Approvisionnement en eau de la rivière	1 =Oui, 2 = Non
q2.1.4.1	Si oui, distance de la rivière	(Mètres)
q2.2.1	Source d'eau pour la boisson	1 = SBEE; 2 = Puits; 3 = Borne Fontaine; 4 = Rivière; 5 = Autres
q2.2.2	Source d'eau pour la vaisselle	1 = SBEE; 2 = Puits; 3 = Borne Fontaine; 4 = Rivière; 5 = Autres
q2.2.3	Source d'eau pour la cuisine	1 = SBEE; 2 = Puits; 3 = Borne Fontaine;

		4 = Rivière; 5 = Autres
q2.2.4	Source d'eau pour la douche	1 = SBEE; 2 = Puits; 3 = Borne Fontaine; 4 = Rivière; 5 = Autres
q2.2.5	Source d'eau pour la lessive	1 = SBEE; 2 = Puits; 3 = Borne F 5 = Autres
q2.2.6	Source d'eau pour les autres usages	1 = SBEE; 2 = Puits; 3 = Borne Fontaine; 4 = Rivière; 5 = Autres
q2.2.7	Quantité journalière d'eau pour la boisson	(en litres)
q2.2.8	Quantité journalière d'eau pour la vaisselle	(en litres)
q2.2.9	Quantité journalière d'eau pour la cuisine	(en litres)
q2.2.10	Quantité journalière d'eau pour la douche	(en litres)
q2.2.11	Quantité d'eau par lessive	(en litres)
q2.2.12	Quantité journalière d'eau pour les autres usages	(en litres)
q2.2.13	Nombre de lessive par mois	
q.2.3	Combien achetez-vous le seau de 25 litres	Francs CFA
q2.4	Trouvez vous l'eau chère ?	1 =Oui, 2 = Non
q2.5	Connaissez-vous le prix du m3 d'eau de la SBEE ?	1 =Oui, 2 = Non
q2.5.1	Si oui, combien ?	Francs CFA
q2.6	L'eau de la SBEE vous semble t-elle de bonne qualité ?	1 =Oui, 2 = Non
q2.6.1	Si non, pourquoi ?	1 = Rumeurs; 2 = Connaissances de Pollution; 3 = Autres
q2.7	Achetez vous de l'eau minérale ?	1 =Oui, 2 = Non
q2.7.1	Si oui, en achetez-vous fréquemment ?	1 =Oui, 2 = Non
q3.1	Adduction d'eau à	1 =Oui, 2 = Non

	domicile ?	
q3.1.1	Si non, pourquoi ?	
q3.2	Possibilité de maladies dues à l'eau de mauvaise qualité ?	1 =Oui, 2 = Non
q3.3	Seriez-vous prêt à payer pour disposer d'eau courante à domicile ?	1 =Oui, 2 = Non
q3.4	Si oui, combien le m3 ?	Francs CFA
q3.5	Si non, pourquoi ?	1 = Parce que l'eau de robinet est chère; 2 = Parce que l'eau de robinet est de mauvaise qualité; 3 = Parce que vous n'avez pas les moyens de vous abonner; 4 = Autres
q3.6	Seriez vous prêt à payer l'eau courante à 250 FCFA le m3	1 =Oui, 2 = Non
q4.1	Statut de logement	1 = Propriétaire ; 2 = Locataire/Colocataire
q4.2.1	Disposez-vous de lessiveuse ?	1 =Oui, 2 = Non
q4.2.2	Disposez-vous de baignoire ?	1 =Oui, 2 = Non
q4.2.3	Disposez-vous de jardin ?	1 =Oui, 2 = Non
q4.3	Effectif du ménage	
q4.4	Profession du chef de ménage	
q4.5	Ethnie du chef de ménage	
q4.6	Religion du chef de ménage	
q4.7	Age du chef de ménage	
q4.8	Sexe du chef de ménage	1 = Masculin; 2 = Féminin
q4.9	Niveau d'étude du chef de ménage	1 = Aucun; 2 = Primaire; 3 = Secondaire; 4 = Supérieur
q4.10	Tranche de revenu du chef de ménage	1 = Moins de 25000; 2 = [25000, 50000[; 3 = [50000, 75000[; 4 = [75000, 100000[; 5 = [100000, 150000[; 6 = [150000, 200000[; 7 = [200000, 300000[; 8 = Plus de 300000
qnonsbee	quantité totale d'eau d'autres sources par ménage	En mètre cubes
aucun	Aucun niveau	1 si non instruit, 0 sinon

	d'éducation	
educ1	Niveau d'éducation primaire	1 si Oui, 0 sinon
educ2	Niveau d'éducation secondaire	1 si Oui, 0 sinon
educ3	Niveau d'éducation supérieur	1 si Oui, 0 sinon
tranche1	Revenu de moins de 25000	1 si Oui, 0 sinon
tranche2	Revenu compris entre 25000 et 50000	1 si Oui, 0 sinon
tranche3	Revenu compris entre 50000 et 75000	1 si Oui, 0 sinon
tranche4	Revenu compris entre 75000 et 100000	1 si Oui, 0 sinon
tranche5	Revenu compris entre 100000 et 150000	1 si Oui, 0 sinon
tranche6	Revenu de plus de 150000	1 si Oui, 0 sinon
age1	Moins de 30 ans	1 si Oui, 0 sinon
age2	[30ans ; 45ans[1 si Oui, 0 sinon
age3	[45ans ; 60ans[1 si Oui, 0 sinon
age4	60 ans et plus	1 si Oui, 0 sinon
montcap	Montant du CAP	Francs CFA
efmenage	Effectif du ménage	
age	Age du chef de ménage	
qglobale	Quantité globale d'eau en m3	En mètre cubes
qsbee	Quantité totale d'eau SBEE en m3	En mètre cubes
prixrev	Prix d'achat du m3 d'eau chez les revendeurs	Francs CFA
cherete	chereté de l'eau	1 si Oui, 0 sinon
conprix	Connaissance prix du m3 SBEE	1 si Oui, 0 sinon
qualite	qualité eau SBEE	1 si Oui, 0 sinon
minerale	Achat eau minérale	1 si Oui, 0 sinon
cap	Prêt a payer pour l'eau potable	1 si Oui, 0 sinon
cap250	Prêt à payer 250 FCFA	1 si Oui, 0 sinon
locatair	Locataire	1 si Oui, 0 sinon
propriet	Propriétaire	1 si Oui, 0 sinon
sbeecoll	Branchement collectif d'eau de la SBEE	1 si Oui, 0 sinon
sbeerev	Achat d'eau de la SBEE chez les revendeurs	1 si Oui, 0 sinon
sexe	Sexe	1 = Masculin; 0 = Féminin
qnonsbee	quantité totale d'eau	En mètre cubes

	d'autres sources	
qglopond	Quantité totale d'eau consommée par individu	En mètre cubes
qsbeepon	Quantité d'eau de la SBEE consommée par individu	En mètre cubes
qnsbeepo	Quantité d'eau d'autres sources consommée par individu	En mètre cubes
tranch1	Revenu compris entre 0 et 25000	1 si Oui, 0 sinon
tranch2	Revenu compris entre 25000 et 50000	1 si Oui, 0 sinon
tranch3	Revenu compris entre 50000 et 75000	1 si Oui, 0 sinon
tranch4	Revenu compris entre 75000 et 100000	1 si Oui, 0 sinon
tranch5	100 000 et plus	1 si Oui, 0 sinon

ANNEXE 2 : MODELES EXPLICATIFS DU CAP

*estimation du premier modele probit

```
. probit cap efmenage age2 age3 age4 qglobale cherete locatair sbeecoll educ1 e
> duc2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5,robust
```

```
Iteration 0: log pseudo-likelihood = -121.48905
Iteration 1: log pseudo-likelihood = -92.736848
Iteration 2: log pseudo-likelihood = -89.070508
Iteration 3: log pseudo-likelihood = -88.69973
Iteration 4: log pseudo-likelihood = -88.694461
Iteration 5: log pseudo-likelihood = -88.694459
```

```
Probit estimates                               Number of obs   =       300
                                                Wald chi2(15)  =       50.95
                                                Prob > chi2    =       0.0000
Log pseudo-likelihood = -88.694459           Pseudo R2      =       0.2699
```

cap	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
efmenage	-.0319386	.0312095	-1.02	0.306	-.0931081	.0292309
age2	1.572717	.3796792	4.14	0.000	.8285594	2.316874
age3	.8450697	.3198287	2.64	0.008	.218217	1.471922
age4	.6515446	.5390494	1.21	0.227	-.4049728	1.708062
qglobale	.0828512	.0402892	2.06	0.040	.0038859	.1618165
cherete	.9006632	.2395845	3.76	0.000	.4310862	1.37024
locatair	-.3889048	.23283	-1.67	0.095	-.8452432	.0674337
sbeecoll	-.2636766	.2202658	-1.90	0.031	-.6953896	.1680364
educ1	-.0170259	.2871933	-0.06	0.953	-.5799143	.5458626
educ2	.8113748	.3644488	2.23	0.026	.0970683	1.525681
educ3	.8153653	.3791676	2.15	0.032	.0722106	1.55852
tranch2	-.0880323	.2983978	-0.30	0.768	-.6728812	.4968167
tranch3	.5844678	.4374661	1.34	0.182	-.2729501	1.441886
tranch4	-.0915899	.3655695	-0.25	0.802	-.8080929	.6249131
tranch5	-.6281918	.3508176	-1.79	0.073	-1.315782	.0593981
_cons	-.4628555	.549457	-0.84	0.400	-1.539771	.6140604

*Table de prediction

```
. lstat
```

```
Probit model for cap
```

Classified	True		Total
	D	~D	
+	253	33	286
-	5	9	14
Total	258	42	300

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
```

```
True D defined as cap != 0
```

Sensitivity	Pr(+ D)	98.06%
Specificity	Pr(- ~D)	21.43%
Positive predictive value	Pr(D +)	88.46%
Negative predictive value	Pr(~D -)	64.29%
False + rate for true ~D	Pr(+ ~D)	78.57%
False - rate for true D	Pr(- D)	1.94%
False + rate for classified +	Pr(~D +)	11.54%
False - rate for classified -	Pr(D -)	35.71%
Correctly classified		87.33%

*calcul de l'inverse du ratio de mill

```
. gen z1= _b[age2]*age2 +_b[age3]*age3 +_b[age4]*age4 +_b[educ1]*educ1  
+_b[educ  
> 2]*educ2 +_b[educ3]*educ3 +_b[tranch2]*tranch2 +_b[tranch3]*tranch3  
+_b[tranc  
> h4]*tranch4 +_b[tranch5]*tranch5
```

```
. gen z2= _b[efmenage]*efmenage +_b[qgglobale]*qgglobale +_b[cherete]*cherete  
+_b  
> [locatair]*locatair +_b[sbeecoll]*sbeecoll+_b[_cons]*_cons
```

```
. gen z= z1+ z2
```

```
. gen lambda = normd(z)/normprob(z)
```

***modele lineaire**

```
. regress montcap efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll
> educ1 educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5 lambda,robust
```

Regression with robust standard errors

Number of obs = 258
 F(16, 241) = 6.58
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.1543
 Root MSE = 190.51

montcap	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
efmenage	5.699673	2.883479	1.98	0.049	.0196344	11.37971
age	-17.74586	6.222137	-2.85	0.005	-30.00258	-5.489147
agedeux	.1648258	.0589502	2.80	0.006	.0487025	.2809492
qsbee	-3.009108	4.702202	-0.64	0.523	-12.27177	6.253552
qnonsbee	-6.942311	3.107578	-2.23	0.026	-13.06379	-.8208288
cherete	-124.0108	30.18511	-4.11	0.000	-183.4711	-64.55047
locatair	-18.42931	30.20242	-2.61	0.012	-41.06511	77.92373
sbeecoll	-31.75309	27.47901	-1.97	0.049	-85.88279	22.37661
educ1	5.010285	36.81259	0.14	0.892	-67.50522	77.52579
educ2	-49.02925	43.30104	-1.13	0.259	-134.3261	36.26757
educ3	-78.3854	51.63655	-1.52	0.130	-180.102	23.33118
tranch2	46.86405	37.51364	1.25	0.213	-27.03243	120.7605
tranch3	87.30765	39.89938	2.19	0.030	8.711619	165.9037
tranch4	115.2745	62.34961	1.85	0.066	-7.545259	238.0943
tranch5	86.53312	56.49259	1.73	0.087	-24.74915	197.8154
lambda	-182.3108	89.98304	-2.03	0.044	-359.5644	-5.057123
_cons	842.6673	186.2515	4.52	0.000	475.7787	1209.556

ANNEXE 3: LES TESTS

*test d'hétéroscédasticité

```
. gen agedeux = age^2
```

```
. fit montcap efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll edu
> cl educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	258
Model	1459749.11	15	97316.6071	F(15, 242) =	2.65
Residual	8882653.99	242	36705.1818	Prob > F =	0.0010
				R-squared =	0.1411
				Adj R-squared =	0.0879
Total	10342403.1	257	40242.8136	Root MSE =	191.59

montcap	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
efmenage	4.722239	3.658152	1.29	0.198	-2.483643 11.92812
age	-11.15499	5.996052	-1.86	0.064	-22.96611 .6561198
agedeux	.096811	.0571136	1.70	0.091	-.0156923 .2093142
qsbee	-1.447064	5.247754	-0.28	0.783	-11.78417 8.890041
qnonsbee	-5.661508	3.916	-1.45	0.150	-13.3753 2.052288
cherete	-96.31605	30.87576	-3.12	0.002	-157.1356 -35.4965
locatair	30.48238	30.50229	1.00	0.319	-29.60149 90.56625
sbeecoll	-19.02243	26.66576	-0.71	0.476	-71.54905 33.5042
educ1	11.83934	42.48908	0.28	0.781	-71.85629 95.53496
educ2	-22.8465	44.70953	-0.51	0.610	-110.916 65.22301
educ3	-54.2047	52.04203	-1.04	0.299	-156.7179 48.30847
tranch2	63.45219	40.52334	1.57	0.119	-16.37131 143.2757
tranch3	122.386	45.10223	2.71	0.007	33.54296 211.2291
tranch4	135.3712	52.94067	2.56	0.011	31.0879 239.6546
tranch5	78.31808	55.19726	1.42	0.157	-30.41031 187.0465
_cons	594.8658	151.7794	3.92	0.000	295.8885 893.8431

```
. hettest
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of montcap
```

```
chi2(1) = 0.63
Prob > chi2 = 0.4270
```

*Test d'omission de variables pertinentes

```
. reg montcap efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll edu
> cl educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	258
Model	1459749.11	15	97316.6071	F(15, 242) =	2.65
Residual	8882653.99	242	36705.1818	Prob > F =	0.0010
				R-squared =	0.1411
				Adj R-squared =	0.0879
Total	10342403.1	257	40242.8136	Root MSE =	191.59

montcap	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
---------	-------	-----------	---	------	----------------------

efmenage		4.722239	3.658152	1.29	0.198	-2.483643	11.92812
age		-11.15499	5.996052	-1.86	0.064	-22.96611	.6561198
agedeux		.096811	.0571136	1.70	0.091	-.0156923	.2093142
qsbee		-1.447064	5.247754	-0.28	0.783	-11.78417	8.890041
qnonsbee		-5.661508	3.916	-1.45	0.150	-13.3753	2.052288
cherete		-96.31605	30.87576	-3.12	0.002	-157.1356	-35.4965
locatair		30.48238	30.50229	1.00	0.319	-29.60149	90.56625
sbeecoll		-19.02243	26.66576	-0.71	0.476	-71.54905	33.5042
educ1		11.83934	42.48908	0.28	0.781	-71.85629	95.53496
educ2		-22.8465	44.70953	-0.51	0.610	-110.916	65.22301
educ3		-54.2047	52.04203	-1.04	0.299	-156.7179	48.30847
tranch2		63.45219	40.52334	1.57	0.119	-16.37131	143.2757
tranch3		122.386	45.10223	2.71	0.007	33.54296	211.2291
tranch4		135.3712	52.94067	2.56	0.011	31.0879	239.6546
tranch5		78.31808	55.19726	1.42	0.157	-30.41031	187.0465
_cons		594.8658	151.7794	3.92	0.000	295.8885	893.8431

. ovtest

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of montcap
 Ho: model has no omitted variables
 F(3, 239) = 0.54
 Prob > F = 0.6551

*Test de comparaison de moyenne

. ttest montcap, by (sbeecoll)

Two-sample t test with equal variances

Group		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0		143	319.5804	15.7469	188.3055	288.4518	350.7091
1		115	300.8696	20.07787	215.3111	261.0955	340.6437
combined		258	311.2403	12.48919	200.6061	286.6461	335.8345
diff			18.71085	25.14865		-30.81372	68.23543

Degrees of freedom: 256

Ho: mean(0) - mean(1) = diff = 0

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 0.7440	t = 0.7440	t = 0.7440
P < t = 0.7712	P > t = 0.4576	P > t = 0.2288

. ttest montcap, by (sbeerev)

Two-sample t test with equal variances

Group		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0		115	300.8696	20.07787	215.3111	261.0955	340.6437
1		143	319.5804	15.7469	188.3055	288.4518	350.7091
combined		258	311.2403	12.48919	200.6061	286.6461	335.8345
diff			-18.71085	25.14865		-68.23543	30.81372

Degrees of freedom: 256

Ho: mean(0) - mean(1) = diff = 0

Ha: diff < 0
t = -0.7440
P < t = 0.2288

Ha: diff != 0
t = -0.7440
P > |t| = 0.4576

Ha: diff > 0
t = -0.7440
P > t = 0.7712

ANNEXE 4: CALCUL DU CAP MOYEN PREDIT PAR LE MODELE

```
. gen agedeux=age^2
. gen lmontcap=log(montcap)
(42 missing values generated)
```

*Evaluation de sigma

```
. fit lmontcap efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll educ
> 1 educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	258
Model	26.5446267	15	1.76964178	F(15, 242) =	3.43
Residual	124.91982	242	.516197605	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.1753
				Adj R-squared =	0.1241
Total	151.464447	257	.589355825	Root MSE =	.71847

lmontcap	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
efmenage	.0193436	.0137185	1.41	0.160	-.0076792 .0463665
age	-.0611718	.0224859	-2.72	0.007	-.1054648 -.0168788
agedeux	.0005443	.0002142	2.54	0.012	.0001224 .0009662
qsbee	.0117869	.0196797	0.60	0.550	-.0269784 .0505522
qnonsbee	-.0057018	.0146854	-0.39	0.698	-.0346294 .0232258
cherete	-.3605929	.1157876	-3.11	0.002	-.588673 -.1325127
locatair	.0916938	.114387	0.80	0.424	-.1336275 .3170151
sbeecoll	-.1338096	.0999996	-1.34	0.182	-.3307904 .0631711
educ1	.1477211	.1593388	0.93	0.355	-.1661469 .4615891
educ2	-.0564592	.1676658	-0.34	0.737	-.3867298 .2738113
educ3	-.1444568	.1951635	-0.74	0.460	-.5288927 .2399792
tranch2	.2809855	.1519671	1.85	0.066	-.0183615 .5803326
tranch3	.6148474	.1691384	3.64	0.000	.2816759 .9480189
tranch4	.5951462	.1985335	3.00	0.003	.204072 .9862204
tranch5	.4428765	.2069959	2.14	0.033	.0351328 .8506202
_cons	6.810628	.5691897	11.97	0.000	5.689429 7.931826

```
. fpredict esq, resid
```

```
. gen eq = esq*esq
(42 missing values generated)
```

```
. gen leq=log(eq)
(42 missing values generated)
```

```
. fit leq efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll educ1 edu
> c2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	258
Model	161.427744	15	10.7618496	F(15, 242) =	3.69
Residual	706.198968	242	2.91817755	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.1861
				Adj R-squared =	0.1356
Total	867.626712	257	3.37597942	Root MSE =	1.7083

leq	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----	-------	-----------	---	------	----------------------

```

efmenage | -.0850305 .0326177 -2.61 0.010 -.1492815 -.0207796
age | .1238313 .0534635 2.32 0.021 .0185181 .2291446
agedeux | -.0011509 .0005093 -2.26 0.025 -.002154 -.0001477
qsbee | -.056591 .0467914 -1.21 0.228 -.1487613 .0355793
qnonabee | -.0547231 .0349168 -1.57 0.118 -.1235028 .0140566
cherete | .6980182 .2753023 2.54 0.012 .1557235 1.240313
locatair | -.0023049 .2719723 -0.01 0.993 -.5380399 .5334302
sbeecoll | .0746249 .237764 0.31 0.754 -.3937263 .5429761
educ1 | -.5380887 .3788519 -1.42 0.157 -1.284357 .2081795
educ2 | -.0521807 .3986505 -0.13 0.896 -.8374484 .733087
educ3 | -.5544654 .4640304 -1.19 0.233 -1.468519 .3595886
tranch2 | .4481424 .3613245 1.24 0.216 -.2636001 1.159885
tranch3 | -.7932356 .402152 -1.97 0.050 -1.585401 -.0010706
tranch4 | .2192882 .4720431 0.46 0.643 -.7105493 1.149126
tranch5 | -.3515359 .4921638 -0.71 0.476 -1.321008 .6179358
_cons | -4.016036 1.353334 -2.97 0.003 -6.681853 -1.350218
-----

```

```
. fpredict p1eq
```

```
. gen var=exp(p1eq)
(42 missing values generated)
```

```
. gen sigln =sqrt(var)
(42 missing values generated)
```

```
. gen sigmaln = sqrt(var)*(sqrt(3)/_pi)
too many ')' or ']'
r(132);
```

```
. gen sigmaln = sqrt(var)*(sqrt(3)/(_pi))
(42 missing values generated)
```

```
. *Prédiction du cap moyen
. probit cap efmenage age2 age3 age4 qglobale cherete locatair sbeecoll educ1 ed
> uc2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5, robust
```

```
Iteration 0: log pseudo-likelihood = -121.48905
Iteration 1: log pseudo-likelihood = -92.736848
Iteration 2: log pseudo-likelihood = -89.070508
Iteration 3: log pseudo-likelihood = -88.69973
Iteration 4: log pseudo-likelihood = -88.694461
Iteration 5: log pseudo-likelihood = -88.694459
```

```
Probit estimates                               Number of obs   =           300
                                                Wald chi2(15)  =           50.95
                                                Prob > chi2    =           0.0000
Log pseudo-likelihood = -88.694459           Pseudo R2      =           0.2699
```

```
-----
            |               Robust
            |               Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
efmenage | -.0319386   .0312095    -1.02  0.306   -0.931081   .0292309
age2 | 1.572717   .3796792    4.14  0.000   .8285594   2.316874
age3 | .8450697   .3198287    2.64  0.008   .218217    1.471922
age4 | .6515446   .5390494    1.21  0.227  -0.4049728  1.708062
qglobale | .0828512   .0402892    2.06  0.040   .0038859   .1618165
cherete | .9006632   .2395845    3.76  0.000   .4310862   1.37024
locatair | .3889048   .23283     1.67  0.095  -0.0674337  .8452432
sbeecoll | .2636766   .2202658    1.20  0.231  -0.1680364  .6953896
educ1 | -.0170259   .2871933   -0.06  0.953  -0.5799143  .5458626
educ2 | .8113748   .3644488    2.23  0.026   .0970683   1.525681
educ3 | .8153653   .3791676    2.15  0.032   .0722106   1.55852
tranch2 | -.0880323   .2983978   -0.30  0.768  -0.6728812  .4968167
tranch3 | .5844678   .4374661    1.34  0.182  -0.2729501  1.441886
tranch4 | -.0915899   .3655695   -0.25  0.802  -0.8080929  .6249131
tranch5 | -.6281918   .3508176   -1.79  0.073  -1.315782   .0593981
-----
```

```

      _cons | -1.115437   .5207031   -2.14   0.032   -2.135996   -.0948775
-----+-----

```

```

. predict capf
(option p assumed; Pr(cap))

```

```

. sum capf

```

```

      Variable |      Obs      Mean   Std. Dev.      Min      Max
-----+-----
      capf |      300   .8591683   .1667052   .1655518   .999981

```

*Modele lineaire

```

. vwls montcap efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll educ
> 1 educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5, sd(sigln)

```

```

Variance-weighted least-squares regression          Number of obs   =    258
Goodness-of-fit chi2(242) = 4.4e+07                Model chi2(15)   = 1.8e+07
Prob > chi2 = 0.0000                               Prob > chi2      = 0.0000

```

```

-----+-----
      montcap |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|    [95% Conf. Interval]
-----+-----
      efmenage |  7.785116   .0061138  1273.37  0.000   7.773134   7.797099
      age      | -11.23806   .0103695 -1083.76  0.000  -11.25839  -11.21774
      agedeux  |  .1024837   .0000905  1132.84  0.000   .1023064   .102661
      qsbee    | -1.275292   .0099632  -128.00  0.000  -1.294819  -1.255764
      qnonsbee | -3.617429   .0060935  -593.66  0.000  -3.629372  -3.605486
      cherete  | -91.43445   .0509063 -1796.13  0.000  -91.53423  -91.33468
      locatair |  6.866785   .0628421  109.27   0.000   6.743617   6.989954
      sbeecoll | -15.01801   .0531168  -282.74  0.000  -15.12212  -14.91391
      educ1    | -48.99333   .0909012  -538.97  0.000  -49.17149  -48.81516
      educ2    | -50.9254    .0899861  -565.93  0.000  -51.10177  -50.74903
      educ3    | -61.07184   .1098639  -555.89  0.000  -61.28717  -60.85651
      tranch2  |  31.68321   .0902037   351.24  0.000   31.50642   31.86001
      tranch3  | 130.4004    .0801304  1627.35  0.000  130.2433   130.5574
      tranch4  | 124.4472    .1300315   957.05  0.000  124.1923   124.702
      tranch5  |  34.35561   .1110048   309.50  0.000   34.13804   34.57317
      _cons    |  608.0033   .2784206  2183.76  0.000   607.4576   608.549
-----+-----

```

```

. predict montcapf

```

```

. gen moycap = moncapf*capf
moncapf not found
r(111);

```

```

. gen moycap = montcapf*capf

```

```

. sum moycap if cap==1

```

```

      Variable |      Obs      Mean   Std. Dev.      Min      Max
-----+-----
      moycap |      258   274.1979   78.75573  123.3067  511.8935

```

. *Le cap moyen prédit est de 274 francs CFA

*Modèle log-lineaire

```

. vwls lmontcap efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll edu
> c1 educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5, sd(sigln)

```

```

Variance-weighted least-squares regression          Number of obs   =    258

```

Goodness-of-fit chi2(242) = 598.55 Model chi2(15) = 261.10
 Prob > chi2 = 0.0000 Prob > chi2 = 0.0000

lmontcapf	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
efmenage	.0291838	.0061138	4.77	0.000	.017201	.0411665
age	-.0544826	.0103695	-5.25	0.000	-.0748064	-.0341588
agedeux	.000499	.0000905	5.52	0.000	.0003217	.0006763
qsbee	.0130465	.0099632	1.31	0.190	-.0064811	.032574
qnonsbee	-.0025703	.0060935	-0.42	0.673	-.0145132	.0093727
cherete	-.327793	.0509063	-6.44	0.000	-.4275674	-.2280185
locatair	.0515106	.0628421	0.82	0.412	-.0716577	.174679
sbeecoll	-.0852739	.0531168	-1.61	0.108	-.1893809	.0188332
educ1	-.0982221	.0909012	-1.08	0.280	-.2763852	.0799409
educ2	-.1984658	.0899861	-2.21	0.027	-.3748353	-.0220963
educ3	-.1885316	.1098639	-1.72	0.086	-.4038609	.0267978
tranch2	.1093177	.0902037	1.21	0.226	-.0674783	.2861136
tranch3	.5528122	.0801304	6.90	0.000	.3957595	.709865
tranch4	.4281863	.1300315	3.29	0.001	.1733294	.6830433
tranch5	.2063829	.1110048	1.86	0.063	-.0111826	.4239483
_cons	6.76147	.2784206	24.29	0.000	6.215775	7.307164

```
. predict lmontcapf
. sum lmontcapf if cap==1
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
lmontcapf	258	5.481223	.3074075	4.98489	6.258943

```
. egen sigmaf = sd(lmontcapf)
. gen montcaf =exp(lmontcapf+(sigmaf*sigmaf)/2)
. sum montcaf if cap==1
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
montcaf	258	264.0387	90.76888	152.8651	546.5409

```
. gen moycal = montcaf*capf if cap==1
(42 missing values generated)
. sum moycal if cap ==1
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
moycal	258	234.4128	84.68521	105.4429	533.4859

*** Le CAP moyen prédit par le modèle est de 234 F CFA**

ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Questionnaire N°

1. PRELIMINAIRES

1.1 Habitez-vous Parakou ?

Oui /__/

Non /__/

1.2 Si Oui, dans quel quartier ?

1.3 Etes vous abonné à la SBEE ? Oui /__/ Non /__/

1.4 Quelle est votre catégorie socioprofessionnelle ?

- Cadre supérieur /__/
- Employé /__/
- Agriculteurs – Fermiers /__/
- Profession libérale /__/
- Etudiants /__/
- Retraités /__/
- Chômeurs /__/

2. HABITUDE DE CONSOMMATION D'EAU

Quelles sont vos sources d'approvisionnement en eau ?

Réseau d'adduction d'eau de la SBEE : Oui /__/ Non /__/

Si oui, est ce : Collectif /__/

Achat auprès de revendeurs /__/

A quelle distance se trouve le point de vente ? -----

Puits Oui /__/ Non /__/

Si oui, est ce un puits : dans la concession /__/

Hors de la concession /__/

A quelle distance se trouve le puits ? -----

Borne fontaine Oui /__/ Non /__/

Si oui, quelle distance parcourez-vous ? -----

Rivière Oui /__/ Non /__/

Si oui, quelle distance parcourez-vous ? -----

Veillez indiquer d'après les usages suivants le type de source d'eau que vous utilisez (SBEE, Puits, Rivière, etc.) :

Usages	Sources	Quantité/jours (ou par lessive)	Nombre de fois par mois (lessive)
Boisson			
Vaisselle			
Cuisine			
douche			
Lessive			
Autres usages (prières, etc.)			

A combien achetez-vous l'eau (le seau de 25 litres) ? -----

Trouvez-vous que l'eau est chère ? Oui /__/ Non /__/

Connaissez-vous le prix d'un m³ d'eau de la SBEE ?

Oui /__/ Combien ? -----

Non /__/

L'eau de la SBEE vous semble-t-elle de bonne qualité ?

Oui /__/
Non /__/

Pourquoi ?

Rumeurs /__/
Connaissances de pollution /__/
Autres /__/

Achetez-vous de l'eau en bouteille ? Oui /__/ Non /__/

Si Oui, en achetez-vous fréquemment ? Oui /__/ Non /__/

3. BENEFICES D'ADDUCTION D'EAU POTABLE

3.1 Pensez-vous qu'il est important et utile de disposer d'adduction d'eau potable ?

Oui /__/
Non /__/

Pourquoi ?

3.2 Savez-vous qu'il est possible d'être malade en consommant de l'eau de mauvaise qualité ?

Oui /__/
Non /__/

3.3 Supposons que le gouvernement envisage de faire des investissements qui permettraient à chaque ménage de disposer d'eau potable à domicile avec un bon débit, et un abonnement pour chacun. Seriez-vous prêt à payer pour disposer d'eau courante à domicile ?

Oui /__/ Non /__/

3.4 Si Oui, Combien seriez vous prêts à payer le m³ d'eau pour bénéficier de ce type d'abonnement ? (Le m³ d'eau représente 1000 litres d'eau, soit 50 seau de 20 litres de contenance.) Veuillez s'il vous plait indiquer le montant que vous seriez prêt à payer sur la carte de paiement.

50	100	150	200
250	300	350	400
450	500	550	600
650	700	750	800
850	900	950	1000

3.5 Sinon, Pourquoi ?

Parce que l'eau de Robinet est chère /__/
Parce que l'eau de robinet est de mauvaise qualité /__/
Parce que vous n'avez pas les moyens de vous abonner /__/

Autres (Précisez)

/__/

3.6 A l'heure actuelle, le prix l'eau vendue par la SBEE est de 250 FCFA pour les six (6) premiers m³. Seriez-vous prêts à payer ce montant ?

Oui /__/

Non /__/

4. CARACTERISTIQUES SOCIOECONOMIQUES DES MENAGES

Etes vous ?

Propriétaire /__/

Locataire /__/

Colocataire /__/

Parmi les appareils électroménagers et/ou aménagements suivants, desquels disposez vous ?

Lessiveuse

Oui /__/

Non /__/

Baignoire

Oui /__/

Non /__/

Jardin

Oui /__/

Non /__/

Combien de personnes y a-t-il dans votre ménage y compris vous ? -----

Profession du chef de ménage -----

Ethnie -----

Religion -----

Age du chef de ménage ? -----

Sexe du chef de ménage ? Masculin /__/ Féminin /__/

Niveau d'études du chef de ménage ?

Primaire /__/

Secondaire /__/

Universitaire /__/

Tranche dans laquelle se situe le revenu du chef de ménage

Moins de 25000 /__/

25000 – 50000 /__/

50000 – 75000 /__/

75000 – 100000 /__/

100000 – 150000 /__/

150000 – 200000 /__/

200000 – 300000 /__/

Plus de 300000 /__/

ANNEXE 6 : LES RESULTATS DE L'EXPLOITATION DE LA QUESTION FERMEE

*deuxieme modele probit

```
. probit cap250 efmenage age agedeux qsbee qnonsbee cherete locatair sbeecoll e
> ducl educ2 educ3 tranch2 tranch3 tranch4 tranch5,robust
```

```
Iteration 0: log pseudo-likelihood = -179.74201
Iteration 1: log pseudo-likelihood = -152.07314
Iteration 2: log pseudo-likelihood = -150.74248
Iteration 3: log pseudo-likelihood = -150.72893
Iteration 4: log pseudo-likelihood = -150.72893
```

```
Probit estimates                               Number of obs   =           300
                                                Wald chi2(15)  =           57.61
                                                Prob > chi2    =           0.0000
Log pseudo-likelihood = -150.72893           Pseudo R2      =           0.1614
```

cap250	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
efmenage	.007772	.022962	0.34	0.735	-.0372326	.0527766
age	-.1253194	.040647	-3.08	0.002	-.2049861	-.0456526
agedeux	.0010824	.0003916	2.76	0.006	.0003149	.0018498
qsbee	.0854711	.0438057	1.95	0.051	-.0003864	.1713286
qnonsbee	.0004945	.0256606	0.02	0.985	-.0497994	.0507885
cherete	-.9369325	.2450562	-3.82	0.000	-1.417234	-.4566313
locatair	.1130755	.2038199	0.55	0.579	-.2864041	.512555
sbeecoll	-.4864638	.1915038	-2.54	0.011	-.8618043	-.1111233
educ1	.1489622	.241	0.62	0.537	-.3233892	.6213136
educ2	-.1732736	.2689067	-0.64	0.519	-.700321	.3537738
educ3	-.1249776	.291193	-0.43	0.668	-.6957055	.4457503
tranch2	.4232086	.2547545	1.66	0.097	-.0761011	.9225182
tranch3	1.187968	.2897916	4.10	0.000	.6199867	1.755949
tranch4	.7032116	.3404222	2.07	0.039	.0359963	1.370427
tranch5	1.195878	.3138016	3.81	0.000	.5808379	1.810917
_cons	3.826776	.9947363	3.85	0.000	1.877128	5.776423

*Table de prédiction

```
. lstat
```

```
Probit model for cap250
```

Classified	True		Total
	D	~D	
+	196	56	252
-	18	30	48
Total	214	86	300

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as cap250 != 0
```

```
-----
Sensitivity                Pr( +| D)    91.59%
Specificity                Pr( -|~D)    34.88%
```

Positive predictive value	$\Pr(D +)$	77.78%
Negative predictive value	$\Pr(\sim D -)$	62.50%

False + rate for true $\sim D$	$\Pr(+ \sim D)$	65.12%
False - rate for true D	$\Pr(- D)$	8.41%
False + rate for classified +	$\Pr(\sim D +)$	22.22%
False - rate for classified -	$\Pr(D -)$	37.50%

Correctly classified		75.33%
