

Choix d'approvisionnement en eau des ménages de Dakar : une étude économétrique à partir de données d'enquête

Anne BRIAND^(a)
Céline NAUGES^(b)
Muriel TRAVERS^(c)

Résumé

L'objectif de cet article est d'expliquer les choix des ménages en matière d'approvisionnement en eau à partir de données d'enquête concernant 302 ménages dakarois (Sénégal). L'estimation d'un modèle Probit bivarié permet de considérer que les choix des ménages de s'approvisionner à un branchement privé ou/et à la borne fontaine ne sont pas indépendants. Cet article fournit des résultats nouveaux sur l'accès à l'eau des ménages en Afrique. En particulier, nous montrons que des facteurs tels que le statut du chef de ménage (femme veuve) et la qualité du service sont des déterminants importants des choix des ménages.

Households' choice of water supply: An econometric analysis on household data from Dakar (Senegal)

Abstract

The purpose of this article is to explain the choice of water supply by urban households using microdata from Dakar (Senegal). Using data on 302 households, we estimate a bivariate Probit model to explain household's decision to rely on a private water connection at home or/and to get water from the public standpipe. This article contributes to the still short literature on households' water supply in Africa. In particular, we show that the household head status (being a widow) and quality of the supply service have a significant impact on households' choices.

Mots clefs : Préférences révélées, eau potable, Probit bivarié, Sénégal

Classification JEL : O55, D1, Q21, Q25

(a) CARE, Pôle Universitaire des Sciences du Tertiaire, 3 avenue Pasteur, 76186 Rouen Cedex. e-mail : anne.briand@univ-rouen.fr (auteur responsable), tel : +33 (0)2.32.76.96.56, fax : +33 (0)2.32.76.96.55

(b) LERNA-INRA, Université de Toulouse, Manufacture des Tabacs, 21 Allée de Brienne, 31000 Toulouse.

(c) CEDEM, Université de Bretagne Occidentale, 12 rue de Kergoat, CS 93837, 29238 Brest Cedex.

Introduction

Entre 1968 et 1998, l'Afrique de l'Ouest a connu une sécheresse sans précédent qui a profondément bouleversé l'équilibre écologique et les activités humaines (notamment celles liées à l'agriculture irriguée, à l'alimentation en eau potable et à la production hydroélectrique).¹ Le Sénégal, et en particulier Dakar, sa capitale, souffre depuis lors d'un déficit chronique en eau potable. C'est dans ce contexte de pénurie que le Sénégal s'est engagé, en 1995, dans une réforme visant à mettre en place un partenariat public-privé pour assurer le service de production et de distribution d'eau à Dakar. Deux grands programmes d'investissements ont été mis en place afin de résorber le déficit hydrique de la capitale et d'améliorer l'accès à l'eau potable des ménages, en particulier au sein des quartiers les plus défavorisés. Ainsi entre 1996 et 2005, environ 105 000 branchements privés auraient été installés gratuitement dans les quartiers jusque là non desservis et le nombre de bornes fontaines serait passé de 2 620 à 4 250 entre 1996 et 2003, soit une augmentation de 60% (SDE, 2004).

En 2005, soit dix ans après la réforme, nous avons mené une enquête auprès d'un échantillon représentatif de 302 ménages dakarois afin d'analyser les choix individuels en matière d'approvisionnement en eau. Notre objectif dans cet article est d'identifier, à l'aide de méthodes économétriques appropriées, les facteurs ayant déterminé le choix des ménages d'utiliser un branchement privé ou/et de se servir à la borne fontaine. Ces deux sources d'approvisionnement constituent le secteur formel de distribution d'eau potable. L'identification des déterminants des choix des ménages en matière d'approvisionnement en eau est, en effet, un préalable indispensable à la mise en place de politiques publiques visant à favoriser l'accès à l'eau des ménages dans les pays en développement. Nous estimons un modèle Probit bivarié qui permet de prendre en compte le fait que les choix des ménages de s'approvisionner à un branchement privé ou/et à la borne fontaine ne sont pas indépendants.

Nos résultats confirment qu'un ménage plus riche et plus éduqué a une probabilité plus forte de s'approvisionner à un branchement privé. Nous montrons également que le coût d'opportunité du temps, mesuré ici par la distance à la borne fontaine, est un déterminant significatif du choix des ménages. Plus cette distance est grande, plus la probabilité que le ménage s'approvisionne à un branchement privé est forte. Nos résultats mettent également en évidence que l'accès à des

¹ Selon l'Institut de Recherche pour le Développement, les précipitations sur l'Afrique de l'Ouest ont diminué de 20% en moyenne par rapport à la pluviométrie enregistrée avant la fin des années soixante. Les débits des fleuves Sénégal et Niger, ainsi que le niveau du lac Tchad, ont enregistré des baisses significatives sur cette période.

sources alternatives (puits et eau de voisinage) diminue la probabilité que le ménage s’approvisionne au branchement privé et à la borne fontaine. Encore, la probabilité de s’approvisionner au branchement privé augmente lorsque le chef de ménage est une femme veuve. Enfin, l’opinion moyenne des ménages sur la qualité du service aux branchements privés et aux bornes fontaines (opinion moyenne dans le quartier de résidence) s’avère être un déterminant fort des choix d’approvisionnement en eau potable.

L’approche choisie dans notre étude repose sur une analyse des *préférences révélées*, c’est-à-dire que l’on infère les préférences du consommateur en matière de choix d’approvisionnement en eau à partir de l’observation de son comportement (Whittington *et alii*, 1990b ; Whittington et Lauria, 1991 ; Nauges et Strand, 2007). Cette approche a été plus rarement utilisée que celle des *préférences déclarées* qui fait appel à des techniques d’évaluation contingente dont l’objectif est de mesurer le consentement à payer des ménages pour un accès à des services améliorés hypothétiques (en particulier la connexion au réseau) (Whittington *et alii*, 1990a ; Whittington *et alii*, 2002 ; Ahmad *et alii*, 2005 ; Pattanayak *et alii*, 2006). Ces études se sont fortement développées à partir des années 1990 au moment où les organisations internationales et les gouvernements des pays du Sud ont lancé de vastes programmes d’extension des réseaux de distribution d’eau potable. La mesure du consentement à payer des ménages pour accéder à un service amélioré est une information utile pour évaluer la rentabilité des investissements dans un contexte de privatisation du secteur. En revanche, l’analyse des *préférences révélées* permet d’expliquer les choix effectivement réalisés par les ménages en matière d’approvisionnement en eau et de mettre en évidence, dans certains cas, les raisons pour lesquelles les ménages ont adopté des choix différents de ceux prévus par l’analyse des consentements à payer.

Dans une première section, nous décrivons les politiques engagées dans le secteur de l’eau à Dakar depuis la privatisation de 1995. Dans une deuxième section, nous présentons la base de données et proposons une analyse descriptive des modes d’approvisionnement en eau adoptés par les ménages enquêtés. La section 3 décrit la spécification du modèle, la méthode d’estimation et les résultats. La section 4 conclut.

1. La réforme du secteur de l’eau au Sénégal

La réforme du secteur de l’eau a été introduite en 1995 dans un contexte de pénurie d’eau, notamment à Dakar. Cette pénurie était due à l’insuffisance des infrastructures de production et

de distribution d'eau potable combinée à un déficit pluviométrique. En 1994, on évaluait à 100 000 m³ par jour le déficit en eau potable dans la capitale. De nombreux quartiers dakarois connaissaient des ruptures fréquentes dans l'alimentation en eau potable.² Des investissements évalués à plus de 60 milliards de FCFA (valeur courante) étaient alors nécessaires pour accroître la production d'eau potable, réhabiliter le réseau de distribution (datant de la colonisation) et l'étendre vers les quartiers périphériques de la ville.³ Étant dans l'incapacité de financer seul ces investissements, l'État sénégalais s'est alors engagé dans une réforme instaurant un partenariat public-privé associant l'État, la Société Nationale des Eaux du Sénégal (SONES) et la Société des Eaux du Sénégal (SDE).⁴ Cette réforme institutionnelle s'est accompagnée d'une politique visant d'une part, à accroître la capacité de production d'eau potable de la ville de Dakar et d'autre part, à mettre en place des outils tarifaires pour améliorer la gestion de la demande.

1.1 La politique d'accroissement de l'offre

La politique d'accroissement de l'offre comporte deux principaux volets : 1) l'augmentation de la capacité de production et 2) l'amélioration du service de distribution d'eau potable à travers une politique volontariste de raccordements massifs aux branchements privés et d'extension du réseau des bornes fontaines.

L'augmentation de la capacité de production a été réalisée grâce à deux grands programmes d'investissements : le Projet Sectoriel Eau (PSE) mené sur la période 1996-2003 et le Plan Sectoriel à Long Terme (PLT) sur la période 2003-2007. Les investissements mobilisés ont atteint 216 milliards de FCFA dans le cadre du PSE, auxquels se sont ajoutés 300 milliards de FCFA supplémentaires dans le cadre du PLT (SONES, 2004).⁵ Ces fonds ont principalement été utilisés pour augmenter l'exploitation des eaux de surface, les eaux souterraines étant déjà surexploitées. Au total, ces deux grands programmes d'investissement auraient permis d'augmenter la production d'eau potable à Dakar de 83% entre 1996 et 2006 (SDE, 2004).⁶

Le PSE et le PLT ont également permis de développer considérablement le service de distribution d'eau potable à travers une politique volontariste de raccordements aux

² Dans certains quartiers, la distribution d'eau était assurée seulement pendant 3 à 4 heures par jour.

³ 100 FCFA ; 0,15 euros.

⁴ La SONES est une société publique concessionnaire des infrastructures d'eau. La SDE est une société de droit privé filiale de la SAUR. Elle a en charge l'exploitation technique et commerciale du réseau, dans le cadre d'un contrat d'affermage.

⁵ Le PSE a été financé par une dizaine de bailleurs de fonds, dont la Banque Mondiale (44%) et l'Agence Française de Développement (28%). La Banque Mondiale a également financé le PLT à hauteur de 52%.

⁶ Soit de 192 000 à 353 000 m³/jour.

branchements privés et d'extension du réseau des bornes fontaines, notamment dans les quartiers périphériques de Dakar. Entre 1996 et 2005, le nombre de clients de la SDE aurait augmenté de 60% (SDE, 2004). Ainsi, 76% de la population dakaroise aurait aujourd'hui accès à l'eau *via* un branchement privé (SDE, 2004). Un effort particulier a été poursuivi pour améliorer l'accès à l'eau des populations les plus défavorisées grâce à la mise en place d'un programme de branchements sociaux fortement subventionnés (quasi gratuits).⁷ En dix ans (1996-2005) environ 105 000 branchements sociaux auraient été installés gratuitement dans les quartiers jusque là non desservis (SDE, 2004). Parallèlement, de nouvelles bornes fontaines ont été implantées dans les quartiers périphériques. Celles-ci permettent aux ménages non raccordés au branchement privé (ou à ceux dont l'abonnement a été suspendu ou résilié pour factures impayées) de s'alimenter en eau potable. Le nombre de bornes fontaines serait passé de 2 620 à 4 250 entre 1996 et 2003, soit une augmentation de 60%. En 2002, 18% de la population de la zone couverte par la SONES/SDE s'approvisionnait auprès de ces bornes (SDE, 2004).

1.2 La politique de gestion de la demande

Malgré l'augmentation des capacités de production d'eau potable, les autorités sénégalaises prévoient un déséquilibre entre l'offre et la demande de long terme (à l'horizon 2015). Pour y faire face, les autorités ont cherché à améliorer la gestion de la demande par la mise en place d'une politique tarifaire visant trois objectifs :

- a) atteindre l'équilibre budgétaire du secteur (en 2003) par une augmentation annuelle du prix de l'eau entre 1998 et 2003 de 2,96 % par an (en monnaie courante),
- b) permettre aux ménages les plus défavorisés d'avoir accès au minimum de mètres cubes d'eau potable nécessaire à la satisfaction des besoins de base,
- c) utiliser le prix comme un signal sur la rareté de la ressource.

Pour répondre à ces objectifs, le Sénégal comme la plupart des pays en développement, a choisi d'adopter une tarification progressive de l'eau potable qui dépend du volume d'eau consommé (Brocklehurst and Janssens, 2004). Pour les abonnés domestiques, le système de tarification comporte trois tranches (tranche sociale, tranche pleine et tranche dissuasive) pour lesquelles le tarif varie dans un rapport de un à quatre : 191,32 FCFA/m³ dans la première tranche et 788,67 FCFA/m³ dans la troisième.

⁷ De nombreux ménages ne disposent pas des ressources financières suffisantes pour payer le raccordement au branchement privé dont le coût est en moyenne de 100 000 à 200 000 FCFA soit 150 à 300 euros.

2. Le choix des modes d'approvisionnement en eau des ménages : analyse descriptive

L'enquête sur les modes d'approvisionnement en eau des ménages de Dakar a été conduite en 2005 auprès de 302 ménages résidant dans onze quartiers (Annexe 1).⁸ Deux principaux critères ont été adoptés pour la construction de l'échantillon : l'existence des services actuels d'approvisionnement en eau et la situation socio-économique des ménages. Pour le premier critère, on s'est référé à la cartographie des branchements privés et des bornes fontaines fournie par la SDE. Pour le second critère, nous avons utilisé les renseignements socio-économiques des ménages fournis par la base de données issue de ESAM (2001/2002).⁹ Ainsi, nous avons obtenu un échantillon représentatif des différents quartiers de Dakar (pour plus de détails sur la construction et la réalisation de l'enquête, voir Briand 2006).

L'enquête révèle qu'en 2005, 52% des ménages sont raccordés à des branchements privés et que 46% des ménages utilisent les bornes fontaines. Ces deux sources d'approvisionnement constituent le secteur formel de distribution d'eau potable. Ces chiffres sont différents de ceux fournis par la SDE : 76% et 18% respectivement. L'enquête met également en évidence que la part des sources alternatives telles que les puits seyaan¹⁰ et la revente de voisinage (l'eau achetée chez le voisin qui possède un branchement privé) demeure en 2005 relativement importante (respectivement 34% et 18% de l'échantillon). Enfin 1,3% et 0,7% des ménages interrogés achètent l'eau aux revendeurs informels (charretiers et porteurs d'eau). Ces sources alternatives (puits seyaan, eau du voisinage, revendeurs informels) peuvent être utilisées soit comme source d'approvisionnement principale (34 ménages utilisent une de ces sources exclusivement) soit comme source complémentaire d'approvisionnement au branchement privé (37 ménages) ou à la borne fontaine (47 ménages), voir Tableau 1. L'échantillon comporte 92 ménages utilisant uniquement le branchement privé, 62 ménages s'approvisionnant uniquement à la borne fontaine, et 29 ménages combinant à la fois l'eau du branchement privé et l'eau de la borne fontaine. On exclura de l'analyse économétrique le ménage qui ne déclare aucun mode d'approvisionnement.

⁸ Les onze quartiers sont les suivants : Ben Barraque (Pikine), Boune (Pikine), Fass Mbaou (Pikine), Grand Yoff, Hamdallaye 1 (Pikine), Keur Massar (Pikine), Médina Fass Mbaou (Pikine), Mermoz, Ouakam, Yeumbeul, et Autre Pikine.

⁹ ESAM : Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages.

¹⁰ Les puits seyaan (en wolof) sont les premiers puits (à ciel ouvert) construits par les ancêtres qui permettent de puiser gratuitement l'eau des nappes phréatiques. Ces puits sont répandus à Dakar mais aussi dans les zones rurales du Sénégal. Ces puits à ciel ouvert peuvent être à l'origine des maladies hydriques.

Tableau 1 : Structure des modes d’approvisionnement

Mode d’approvisionnement	Nombre de ménages
Branchement privé seulement	92
Borne fontaine seulement	62
Autres modes d’approvisionnement seulement ^(a)	34
Branchement privé et borne fontaine	13
Branchement privé et autres modes d’approvisionnement	37
Borne fontaine et autres modes d’approvisionnement	47
Branchement privé, bornes fontaines et autres modes	16
Total	301

Note : (a) Puits seyaan, eau de voisinage, charretiers ou porteurs.

La structure des modes d’approvisionnement en eau diffère selon les quartiers : les quartiers de Mermoz, Grand Yoff et Yeumbell sont des quartiers dominés par le branchement privé alors que les quartiers plus périphériques tels que Autre pikine, Hamdallaye 1 ou Ouakam sont plus largement dominés par les bornes fontaines. Enfin, le recours aux puits seyaan est très important dans les quartiers de Fass Mbao, Keur Massar et Boune, ce qui traduit un accès limité des ménages de ces quartiers aux services améliorés (branchement privé et borne fontaine).

L’enquête renseigne également sur les prix pratiqués aux différentes sources d’approvisionnement. On constate une forte hétérogénéité des prix selon la source, le prix à la borne fontaine atteignant quatre fois celui du tarif social en vigueur pour les ménages bénéficiant d’un raccordement à domicile (voir Tableau 2). Ces chiffres montrent que les ménages ont un intérêt économique à se raccorder pour bénéficier du tarif social au branchement privé. Par ailleurs, le branchement privé permet un accès direct à l’eau, contrairement aux autres sources d’approvisionnement qui nécessitent de consacrer un certain temps, chaque jour, à la collecte de l’eau. Malgré ses avantages indéniables, le raccordement à domicile présente aussi, pour les ménages dakarois, un certain nombre d’inconvénients les incitant à utiliser (soit de manière exclusive soit en complément du branchement privé) d’autres modes d’approvisionnement tels que les bornes fontaines. Parmi les ménages raccordés en 2005 et utilisant encore leur branchement privé (98% des ménages raccordés), 66% d’entre eux considèrent que la couleur de l’eau n’est pas satisfaisante, 54% des ménages jugent l’eau de mauvais goût, 45% estiment les coupures trop fréquentes et 33% considèrent la pression de l’eau au robinet insuffisante. Enfin, 10% des ménages n’apprécient pas la périodicité bimensuelle des factures. Parmi les ménages ne disposant pas de branchement privé, 39% des ménages ne souhaitent pas se raccorder du fait

d'un coût de raccordement jugé trop élevé. Enfin, 9% ne disposent pas du raccordement à domicile puisqu'ils disposent d'un puits où ils peuvent s'approvisionner gratuitement et, 8% n'en disposent pas parce que le réseau SDE ne dessert pas leur quartier. Il s'agit en particulier des quartiers dits irréguliers ou spontanés (Autre Pikine et Ouakam dans une moindre mesure). On traitera le cas particulier de ces quartiers dans l'analyse économétrique.

Tableau 2 : Prix de l'eau selon le mode d'approvisionnement

Mode d'approvisionnement	Prix TTC de l'eau vendue (en FCFA par m³)
Raccordement privé au réseau	Tarif « social » : 191,32 Tarif « plein » : 629,88 Tarif « dissuasif » : 788,67
Vente d'eau au détail à la borne-fontaine	Tarif officiel : 322,31 Tarif pratiqué : 833 (25 FCFA la bassine de 30 litres)
Puits seyaan	Tarif pratiqué : entre 0 et 500
Voisin raccordé au branchement privé	Tarif pratiqué : entre 0 et 833
Livraison à domicile d'eau au seau ou au fût (charretier / porteur d'eau)	Tarif pratiqué : 3750 (750 FCFA le fût de 200 litres)

Source : Enquête réalisée à Dakar en 2005, voir Briand (2006).

L'enquête révèle encore que certains ménages ont fait le choix de ne pas se raccorder car ils trouvent des avantages au système de la borne fontaine. Plus précisément, 69% des ménages considèrent que l'achat quotidien de l'eau à la borne fontaine permet une meilleure maîtrise de la consommation (en termes de volume). Respectivement 42% et 17% des ménages estiment que les bornes fontaines offrent l'avantage du paiement journalier et garantissent une flexibilité de paiement. Enfin, 41% des ménages considèrent que l'eau distribuée à la borne fontaine est de bonne qualité et 40% estiment que la distance à parcourir pour s'y rendre est acceptable.

3. Analyse économétrique des choix d'approvisionnement en eau des ménages

3.1. Spécification du modèle de choix

L'objectif de cet article est d'analyser le choix des ménages de recourir au branchement privé ou/et de s'approvisionner à la borne fontaine. Le modèle de choix doit pouvoir prendre en

compte le fait que certains ménages combinent l'utilisation du branchement privé et de la borne fontaine. En effet, les réponses des ménages enquêtés nous indiquent que les choix de s'approvisionner à telle ou telle source ne sont pas indépendants dans la mesure où le branchement privé comme la borne fontaine présentent certains avantages et inconvénients qui semblent peser dans la décision du ménage. Ceci nous conduit à la spécification d'un modèle de choix bivarié décrivant la probabilité jointe d'avoir un branchement privé et de s'approvisionner à la borne fontaine. L'enquête montre également que certains ménages utilisent des sources d'approvisionnement alternatives (informelles) telles que le puits seyaan (lorsqu'ils en ont un à disposition) ou l'eau vendue par le voisin raccordé au branchement privé (ou dans une moindre mesure auprès des charretiers et des porteurs d'eau). Dans ce qui suit, nous faisons l'hypothèse que l'accès à ces sources alternatives est exogène. Autrement dit, nous supposons que la proximité d'un puits seyaan et/ou d'un voisin raccordé au branchement privé sont des éléments qui n'ont pas été considérés par le ménage lors du choix de son lieu de résidence.¹¹

Le choix des ménages peut être formalisé de la façon suivante. Soient deux variables latentes y_{i1}^* et y_{i2}^* représentant l'utilité indirecte du ménage i lorsqu'il choisit le raccordement privé et la borne fontaine, respectivement. On n'observe pas l'utilité indirecte des ménages mais leur décision de se raccorder au réseau de distribution ou/et de s'approvisionner à la borne fontaine. On suppose que le ménage rationnel choisira le raccordement ou/et la borne fontaine si l'utilité indirecte associée est positive, autrement dit :

$$\begin{cases} y_{i1} = 1 \text{ si } y_{i1}^* > 0 & \text{et } y_{i1} = 0 \text{ si } y_{i1}^* \leq 0 \\ y_{i2} = 1 \text{ si } y_{i2}^* > 0 & \text{et } y_{i2} = 0 \text{ si } y_{i2}^* \leq 0 \end{cases}$$

où
$$\begin{cases} y_{i1}^* = \mathbf{x}_{i1}'\boldsymbol{\beta}_1 + \varepsilon_{i1} \\ y_{i2}^* = \mathbf{x}_{i2}'\boldsymbol{\beta}_2 + \varepsilon_{i2} \end{cases}.$$

On suppose que les termes d'erreur ε_1 et ε_2 sont normalement et conjointement distribués avec :

$$\begin{aligned} E[\varepsilon_1 | \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2] &= E[\varepsilon_2 | \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2] = 0 \\ \text{Var}[\varepsilon_1 | \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2] &= \text{Var}[\varepsilon_2 | \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2] = 1 \\ \text{Cov}[\varepsilon_1, \varepsilon_2 | \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2] &= \rho. \end{aligned}$$

¹¹ Cette hypothèse semble raisonnable au vu des réalités du terrain (Briand, 2006).

L'estimation par Maximum de Vraisemblance produit des estimateurs convergents des paramètres inconnus β_1 et β_2 (pour plus de détails sur l'estimation, voir Greene (2003), chapitre 21). On suppose dans notre modèle que les variables explicatives sont les mêmes dans les deux équations, i.e., $\mathbf{x}_1 = \mathbf{x}_2$. On décrit, dans ce qui suit, le choix des variables explicatives du modèle bivarié.

L'enquête montre que le choix du branchement privé ou/et de la borne fontaine dépend tout d'abord du coût associé à ces deux modes d'approvisionnement. Pour les ménages déjà raccordés au réseau, le coût est représenté par le prix de l'eau au mètre cube, qui varie de 191,32 FCFA (dans la première tranche) à 788,67 FCFA (dans la dernière tranche). Pour les ménages qui s'approvisionnent à la borne fontaine, le coût d'opportunité induit par le temps passé à aller chercher l'eau à la borne fontaine, se rajoute au prix payé en fonction de la quantité d'eau achetée. Le tarif pratiqué à la borne fontaine est en moyenne de 833 FCFA par mètre cube. Ce chiffre apparaît largement supérieur au chiffre officiel fourni par la SDE : 322 FCFA, voir Tableau 2. Il n'est pas possible d'utiliser le prix de l'eau (au branchement privé et à la borne fontaine) comme déterminant du choix des ménages en matière de mode d'approvisionnement puisque tous les ménages font face au même système de prix. De plus, le prix effectivement payé par les ménages (lorsque ceux-ci ont un branchement privé) est endogène puisqu'il dépend de la quantité consommée. En revanche, on peut utiliser comme variable proxy du coût d'opportunité associé à l'approvisionnement à la borne fontaine, la distance à parcourir pour se rendre à la borne fontaine (Whittington *et alii* 1990b). Cette distance est renseignée seulement pour les ménages ayant choisi ce mode d'approvisionnement. Pour les autres, on procède de la manière suivante : pour chaque ménage i résidant dans le quartier j (et ne se servant pas à la borne fontaine), on affecte la distance moyenne déclarée par tous les ménages se servant à la borne fontaine et résidant dans le quartier j . Dans le quartier Mermoz, aucun des ménages enquêtés ne se sert à la borne fontaine. Dans ce cas, on affecte à tous les ménages du quartier Mermoz, la distance maximale observée sur l'échantillon. Le coût d'opportunité dépend également de la personne en charge de la collecte de l'eau. Cette variable, bien que renseignée dans l'enquête, est cependant difficile à utiliser car, dans une majeure partie des cas, plusieurs membres du ménage se chargent de la collecte de l'eau à la borne fontaine. Cependant, on contrôle par le fait que le chef de ménage est ou non une femme veuve. En effet, une femme veuve est en charge de nombreuses activités dans le ménage et son coût d'opportunité du temps est susceptible d'être plus élevé, en moyenne, que celui des autres membres du ménage. Le fait d'être raccordé permet d'économiser

du temps qui peut être ensuite réalloué à des emplois productifs et rémunérateurs, à l'éducation des enfants ou à la préparation des repas (Curtis, 1986 ; Cairncross et Cliff, 1987).

L'enquête révèle que certains ménages préfèrent s'approvisionner à la borne fontaine où le paiement de l'eau est journalier contrairement au branchement privé où il est bimensuel. Cette périodicité des factures est susceptible de constituer une contrainte, en particulier, pour les ménages à bas revenus. En effet, émanant souvent du secteur informel, les bas revenus sont généralement très irréguliers ce qui rend difficile pour les ménages l'engagement dans le paiement d'une facture bimensuelle. Comme dans la plupart des enquêtes menées dans les pays en développement, nous ne connaissons pas directement le revenu des ménages enquêtés. Cependant, nous disposons d'un ensemble de variables corrélées au niveau de richesse du ménage,¹² à savoir : le fait que le ménage sache lire ou écrire, le fait que le ménage soit propriétaire, le nombre de pièces de la maison d'habitation, le matériau prédominant utilisé pour le toit de la résidence (dalle, tôle ou ardoises), le type de sol (en ciment, sable ou carrelé), et le type d'équipement en eau dont le ménage dispose (évier, lavabo, baignoire, douche, chaise anglaise/turque). Pour éviter d'éventuels problèmes de multicollinéarité, on ne conservera qu'un sous-ensemble de ces variables dans le modèle de choix.

L'enquête met également en évidence que la qualité du service au branchement privé (qualité de l'eau distribuée, problème de coupures et de pression) et à la borne fontaine (heures d'ouverture) conditionne le choix des ménages en matière de source d'approvisionnement. Ne disposant pas de mesures objectives, la qualité de ces services a été appréhendée dans notre étude par le biais des opinions des ménages. Afin d'éviter tout problème d'endogénéité, on associe à chaque ménage i résidant dans le quartier j , l'opinion moyenne des ménages de son quartier, cette moyenne étant calculée à partir de l'opinion de tous les ménages du quartier j sauf le ménage i . Deux variables reflétant la qualité du service sont finalement conservées dans le modèle de choix : le pourcentage de ménages du quartier ayant une bonne opinion sur les heures d'ouverture à la borne fontaine (autrement dit le pourcentage de ménages qui considèrent comme un avantage les heures d'ouverture de la borne fontaine) et le pourcentage de ménages du quartier pour lequel les coupures fréquentes (au branchement privé) sont un inconvénient.

¹² Dans l'étude de Whittington *et alii* (1990a) au sud d'Haïti, les auteurs approximent le niveau de revenu des ménages en développant une mesure ordinale de la valeur des capitaux détenus par les ménages à partir de huit questions portant sur la qualité de la construction de l'habitat et de deux questions portant sur deux autres indicateurs de revenu (transferts reçus par le ménage de parents à l'étranger et activité des membres principaux du ménage). Dans cette étude, la variable ainsi créée, appelée « indice de richesse » du ménage, apparaît significative pour expliquer la probabilité que le ménage consente à payer pour utiliser le branchement privé ou la borne fontaine.

Enfin, on contrôle l'accès à d'autres sources d'approvisionnement, en particulier l'accès à un puits ou un voisin qui fournit de l'eau (et dans une moindre mesure le recours aux charretiers ou porteurs d'eau), en incluant dans le modèle une variable indicatrice qui prend la valeur 1 si le ménage a recours à une ou plusieurs de ces sources alternatives d'approvisionnement, et 0 sinon. On suppose que l'accès à ces modes d'approvisionnement alternatifs est exogène.¹³

Les valeurs moyennes de l'ensemble de ces variables sont reportées dans le Tableau 3 pour l'échantillon global (301 ménages), le sous-échantillon des ménages qui s'approvisionnent *via* le branchement privé seulement (c'est-à-dire qui ne se rendent pas à la borne fontaine) (128 ménages), le sous-échantillon des ménages utilisant seulement l'eau de la borne fontaine (et pas le branchement privé) (109 ménages), le sous-échantillon des ménages combinant les deux sources (29 ménages) et le sous-échantillon des ménages n'utilisant aucune des deux sources (35 observations). Les valeurs moyennes mettent en évidence que les ménages utilisant uniquement le branchement privé sont en moyenne plus éloignés de la borne fontaine (296m contre 167m pour les ménages utilisant uniquement la borne fontaine) et ont un niveau de richesse supérieur aux ménages utilisant la borne fontaine seulement. En effet, parmi les ménages utilisant seulement le branchement privé, on note une proportion plus forte de ménages sachant lire ou écrire, une plus faible proportion de locataires, une maison d'habitation plus grande en moyenne et mieux équipée que celle des ménages ayant recours uniquement à la borne fontaine. Enfin, les opinions sur la qualité du service (à la fois au branchement privé et à la borne fontaine) diffèrent dans les deux groupes de ménages.

¹³ On a également testé l'inclusion de variables indicatrices spécifiques à chaque mode alternatif d'approvisionnement (i.e., une indicatrice pour l'accès à un puits seyaan, une indicatrice pour l'accès à l'eau de voisinage, etc.). Les résultats d'estimation restent qualitativement les mêmes.

Tableau 3 : Statistiques descriptives sur l'échantillon, selon le mode d'approvisionnement

Variable	Echantillon global 301 obs.	Branchement privé seulement 128 obs.	Borne fontaine seulement 109 obs.	Branchement privé et borne fontaine 29 obs.	Ni branchement privé ni borne fontaine 35 obs.
Distance à la borne fontaine (mètres)	239	296	167	349	162
La personne enquêtée est une femme veuve (0/1)	0,16	0,20	0,12	0,17	0,14
La personne enquêtée sait lire ou écrire (0/1)	0,57	0,71	0,44	0,66	0,40
La personne enquêtée est locataire (0/1)	0,21	0,09	0,33	0,10	0,34
Le toit est en ardoises (0/1)	0,57	0,52	0,64	0,66	0,46
La maison est équipée d'un évier (0/1)	0,10	0,20	0,00	0,07	0,03
La maison est équipée d'un lavabo (0/1)	0,12	0,23	0,00	0,10	0,06
La maison est équipée d'une douche (0/1)	0,53	0,66	0,46	0,28	0,46
La maison est équipée d'une chaise anglaise / turque (0/1)	0,58	0,79	0,43	0,52	0,37
Nombre de pièces d'habitation	4,14	4,89	3,38	5,28	2,86
Part de ménages du quartier pour lesquels les coupures fréquentes sont un inconvénient	0,22	0,22	0,18	0,39	0,20
Part de ménages du quartier ayant une bonne opinion sur les heures d'ouverture à la borne fontaine	0,47	0,43	0,55	0,46	0,40
Le ménage a accès à un puits ou à l'eau de voisinage (0/1)	0,45	0,29	0,43	0,55	0,97

3.2. Résultats d'estimation

On estime le modèle Probit bivarié sur l'échantillon complet des 301 ménages, voir Tableau 4. Globalement, le modèle fournit des résultats plutôt satisfaisants en matière de prédictions. Le modèle prédit 158 utilisateurs du branchement privé (contre 157 dans l'échantillon) et 121 utilisateurs de la borne fontaine (contre 138 dans l'échantillon). Le modèle prédit plutôt bien les ménages utilisant le branchement privé seulement (155 au lieu de 128), les ménages utilisant la borne fontaine seulement (118 au lieu de 109) et les ménages n'utilisant aucun des deux systèmes (25 au lieu de 35). En revanche, seulement 3 sur 29 ménages sont prédits par le modèle comme utilisateurs des deux sources : l'eau du branchement privé et l'eau de la borne fontaine. L'enquête met en évidence que certains ménages raccordés au branchement privé peuvent également s'approvisionner à la borne fontaine lors d'évènements exceptionnels tels qu'une fête religieuse ou un mariage. En effet, les ménages sénégalais ont l'habitude de constituer des stocks de précaution pour ces événements exceptionnels pour ne pas manquer d'eau en cas de coupures. Ces effets (ponctuels) ne sont pas pris en compte dans notre modèle et peuvent expliquer le faible taux de prédiction des ménages s'approvisionnant aux deux sources. Pour finir, notons que le coefficient de corrélation (ρ), qui mesure la corrélation entre les termes d'erreur des deux équations, est significativement différent de 0, ce qui valide la spécification (Probit bivarié) choisie.

Pour faciliter la lecture des coefficients estimés, on présente les effets marginaux correspondant aux quatre probabilités jointes suivantes :

$\text{Prob}[y_1 = 1, y_2 = 0]$, $\text{Prob}[y_1 = 0, y_2 = 1]$, $\text{Prob}[y_1 = 1, y_2 = 1]$ et $\text{Prob}[y_1 = 0, y_2 = 0]$.

Les effets marginaux sont calculés à la moyenne sur l'échantillon et indiquent l'effet marginal de chacune des variables explicatives sur la probabilité que le ménage utilise le branchement privé seulement, s'approvisionne à la borne fontaine seulement, combine les deux modes d'approvisionnement, et n'en utilise aucun des deux, voir Tableau 5. Si la variable explicative est dichotomique (i.e., 0 ou 1), l'effet marginal mesure l'impact sur la probabilité d'un changement de 0 à 1 de cette variable.

Tableau 4 : Modèle Probit bivarié – Estimation sur l'échantillon complet (301 observations)

	Branchement privé			Borne fontaine		
	Coef.	Err. Std.	p-value	Coef.	Err. Std.	p-value
Constante	-0,964	0,399	0,016	-0,302	0,342	0,377
Distance à la borne fontaine (mètres)	0,003	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,045
La personne enquêtée est une femme veuve (0/1)	0,575	0,276	0,037	-0,345	0,238	0,147
La personne enquêtée sait lire ou écrire (0/1)	0,865	0,210	0,000	-0,566	0,182	0,002
La personne enquêtée est locataire (0/1)	-0,731	0,249	0,003	0,510	0,215	0,018
Le toit est en ardoises (0/1)	-0,557	0,194	0,004	0,577	0,167	0,001
La maison est équipée d'une chaise anglaise / turque (0/1)	0,624	0,189	0,001	-0,481	0,173	0,006
Nombre de pièces d'habitation	0,282	0,053	0,000	-0,124	0,045	0,006
Part de ménages du quartier pour lesquels les coupures fréquentes sont un inconvénient	0,221	0,589	0,708	1,765	0,493	0,000
Part de ménages du quartier ayant une bonne opinion sur les heures d'ouverture à la borne fontaine	-1,705	0,454	0,000	1,924	0,406	0,000
Le ménage a accès à un puits ou à l'eau de voisinage (0/1)	-0,884	0,221	0,000	-0,408	0,192	0,033
Nombre d'observations	301					
Test de Wald (statistique de test, p-value)	131,34	(0,0000)				
Test de $\rho = 0$ (test du ratio de vraisemblance)	70,3483	(0,0000)				

Tableau 5 : Effets marginaux (probabilités non conditionnelles)

	$P[y_1 = 1, y_2 = 0]$	$P[y_1 = 0, y_2 = 1]$	$P[y_1 = 1, y_2 = 1]$	$P[y_1 = 0, y_2 = 0]$
Distance à la borne fontaine (mètres)	0,001***	-0,001***	0,000**	0,000***
La personne enquêtée est une femme veuve (0/1)	0,179**	-0,166**	0,033	-0,046
La personne enquêtée sait lire ou écrire (0/1)	0,283***	-0,272***	0,050	-0,061
La personne enquêtée est locataire (0/1)	-0,243***	0,243***	-0,042	0,041
Le toit est en ardoises (0/1)	-0,230***	0,209***	0,015	0,006
La maison est équipée d'une chaise anglaise / turque (0/1)	0,221***	-0,212***	0,022	-0,032
Nombre de pièces d'habitation	0,081***	-0,079***	0,030***	-0,032***
Pourcentage de ménages du quartier pour lesquels les coupures fréquentes sont un inconvénient	-0,339*	0,272	0,426***	-0,359***
Pourcentage de ménages du quartier ayant une bonne opinion sur les heures d'ouverture à la borne fontaine	-0,745***	0,686***	0,075	-0,016
Le ménage a accès à un puits ou à l'eau de voisinage (0/1)	-0,102	0,078	-0,237***	0,261***

Note : *, **, *** indiquent un effet marginal significatif à 10, 5 et 1% respectivement.

Les résultats d'estimation du modèle Probit bivarié confirment les effets décrits ci-dessus.¹⁴ Une plus grande distance à parcourir pour se rendre à la borne fontaine augmente la probabilité d'avoir recours à l'eau des branchements privés et diminue la probabilité de s'approvisionner aux bornes fontaines. L'effet marginal est cependant relativement modéré : la probabilité de s'approvisionner au branchement privé augmente de 0,1 point lorsque la distance augmente de 100m. Ce résultat confirme les résultats obtenus au Kenya et au Nigéria par Whittington *et alii*, 1990b, et Whittington et Lauria, 1991.

Le fait d'être une femme veuve augmente la probabilité d'avoir recours au branchement privé et diminue la probabilité de s'approvisionner à la borne fontaine (l'effet marginal est de l'ordre de 0,17 point de probabilité). Cette intuition avait déjà été mise en évidence dans les travaux de Curtis (1986) et Cairncross et Cliff (1987) mais n'avait pas été validée par un modèle économétrique. Ce résultat n'est pas surprenant pour l'Afrique où ce sont les femmes qui sont le plus souvent chargées de la collecte de l'eau. Le fait d'être raccordé au branchement privé permet d'économiser du temps qui peut être réalloué à des emplois productifs rémunérateurs, à l'éducation des enfants ou à la préparation des repas.

Le résultat indiquant que les ménages plus aisés (un ménage sachant lire et écrire, un ménage propriétaire, un ménage dont la maison d'habitation n'a pas le toit en ardoises, un plus grand nombre de pièces et la présence d'une chaise anglaise/turque) ont une probabilité plus forte d'utiliser l'eau des branchements privés confirme les résultats des études antérieures. Tout d'abord, la littérature portant sur l'analyse des *préférences déclarées* indique qu'un ménage plus éduqué est plus conscient des bénéfices sanitaires liés à la consommation d'eau potable aux services améliorés (branchements privés). De plus, un ménage plus éduqué est un ménage qui a logiquement un niveau de rémunération plus élevé et donc pour qui le coût d'opportunité du temps lié à la collecte d'eau est plus élevé (Altaf *et alii*, 1993 pour le Pakistan ; Whittington et Lauria, 1991 pour le Nigéria ; Briscoe *et alii*, 1990 pour le Brésil ; Whittington *et alii*, 1990a pour le sud d'Haïti et Ahmad *et alii* 2005 pour le Bangladesh). L'effet richesse ressort également des études portant sur l'analyse des *préférences révélées* (Nauges et Van Den Berg, 2006 pour le Sri Lanka ; Nauges et Strand, 2007 pour des villes d'Amérique Centrale). En ce qui concerne la ville

¹⁴ Nous avons évoqué plus haut le cas particulier des quartiers Ouakam et Autre Pikine dans lesquels les ménages de l'échantillon ne sont pas desservis par le réseau SDE. Pour les 30 ménages enquêtés dans ces quartiers, il n'est pas possible de choisir le branchement privé comme mode d'approvisionnement. Nous avons estimé le modèle bivarié en excluant ces 30 ménages de l'échantillon (Annexe 2). Les résultats apparaissent robustes et les effets sont très proches de ceux obtenus avec les 301 ménages. On note cependant que le titre de propriété (locataire versus propriétaire) et l'accès à un puits ou à l'eau de voisinage ne sont plus significatifs dans le modèle décrivant la probabilité de s'approvisionner à la borne fontaine.

de Dakar, rappelons que les ménages à faible niveau de richesse se déclarent souvent dans l'incapacité de régler des factures bimensuelles pour la consommation au branchement privé.

L'accès à des sources alternatives (puits seyaan et eau du voisinage) réduit la probabilité que le ménage choisisse le raccordement au branchement privé et les bornes fontaines. Ce résultat, nouveau pour l'Afrique, est cohérent avec la littérature portant sur l'analyse des *préférences déclarées*. Au Népal par exemple, les ménages qui utilisent uniquement les autres sources d'approvisionnement (branchement privé et bornes fontaines exclus) sont moins disposés à payer pour accéder à un raccordement privé (Whittington *et alii*, 2002).

Enfin, les variables mesurant l'opinion moyenne des ménages sur la qualité du service montrent que l'inconvénient des coupures fréquentes aux branchements privés et l'avantage des heures d'ouverture faciles aux bornes fontaines sont des déterminants importants des choix en matière d'approvisionnement en eau. En effet, lorsque les ménages du quartier ont une opinion plutôt favorable concernant les heures d'ouverture à la borne fontaine, la probabilité que le ménage utilise le branchement privé uniquement ($\text{Prob}[y_1 = 1, y_2 = 0]$) diminue de 0,75 point et, parallèlement, la probabilité que le ménage s'approvisionne uniquement à la borne fontaine ($\text{Prob}[y_1 = 0, y_2 = 1]$) augmente de 0,69 point. Les effets marginaux présentés dans la quatrième colonne du Tableau 5 mettent également en évidence que les deux modes d'approvisionnement sont utilisés conjointement lorsque la qualité du service de distribution aux branchements privés n'est pas satisfaisante (coupures trop fréquentes) et lorsque la borne fontaine a des heures d'ouverture jugées faciles.¹⁵ Ces résultats, nouveaux pour l'Afrique et pour l'analyse des *préférences révélées*, apparaissent originaux. En effet, des travaux portant sur l'analyse des *préférences déclarées* avaient montré que la qualité de l'eau, la fiabilité et le niveau de service (continuité) sont des variables qui influencent la probabilité que les ménages consentent à payer pour accéder au branchement privé (Singh *et alii*, 1993 pour l'Inde ; Whittington *et alii*, 2002 pour le Népal ; Ahmad *et alii*, 2006 pour le Bangladesh et Pattanayak *et alii*, 2006 pour le Sri Lanka). Ici, nous montrons que des ménages ayant une mauvaise opinion du service au branchement privé (en particulier concernant les coupures dans la distribution) ont une probabilité plus forte de s'approvisionner à la borne fontaine. De même, nos résultats mettent en évidence qu'un service de qualité à la borne fontaine augmente la probabilité que les ménages s'y approvisionnent et

¹⁵ Ce type de modèle permet également de calculer des effets marginaux correspondant à des probabilités conditionnelles, en particulier la probabilité qu'un ménage déjà raccordé au branchement privé décide de s'approvisionner également à la borne fontaine. Les résultats ne sont pas présentés ici mais sont disponibles sur demande auprès des auteurs.

diminue la probabilité que les ménages choisissent le branchement privé. Ces résultats contrastent avec les résultats des analyses des *préférences déclarées* qui attestent d'une disposition à payer faible, en général, pour les bornes fontaines (Whittington et Lauria, 1991 ; Briscoe *et alii*, 1990 ; Singh *et alii*, 1993).

Conclusion et discussion des résultats

A partir d'un échantillon représentatif de 302 ménages dakarais, nous estimons un modèle Probit bivarié afin d'analyser les choix individuels en matière d'approvisionnement en eau. Cet article vient compléter la littérature sur l'accès à l'eau des ménages dans les pays en voie de développement en général et en Afrique en particulier.

Nos résultats confirment certains résultats déjà établis dans cette littérature. En particulier, ils mettent en évidence l'importance des facteurs socioéconomiques (niveau de richesse, niveau d'éducation) et du coût d'opportunité du temps dans les choix d'approvisionnement des ménages. Nos résultats mettent également en évidence que l'accès à des sources alternatives (puits et eau de voisinage) diminue la probabilité de s'approvisionner au branchement privé et à la borne fontaine. Nous montrons également que la probabilité de s'approvisionner au branchement privé augmente lorsque le chef de ménage est une femme veuve. Enfin, l'opinion moyenne des ménages sur la qualité du service aux branchements privés et aux bornes fontaines s'avère être un déterminant fort des choix d'approvisionnement en eau potable.

Ces résultats peuvent être utiles pour expliquer pourquoi, dans certains cas, on observe que le taux de raccordement des ménages est inférieur à ce que prédisent les études d'évaluation contingente portant sur les choix déclarés des ménages. A Dakar par exemple, le programme de raccordement quasi-gratuit et un prix de l'eau subventionné dans la première tranche (largement inférieur au prix pratiqué à la borne fontaine) devrait inciter un nombre important de ménages à choisir le branchement privé comme mode principal d'approvisionnement. Pourtant on observe, sur l'échantillon, que seulement 52% des ménages ont choisi le branchement privé. Le coût de la connexion n'est peut-être pas l'unique frein au raccordement. En effet, l'enquête a mis en évidence que la périodicité bimensuelle des factures pouvait également constituer une contrainte pour les ménages les plus pauvres (qui travaillent essentiellement dans le secteur informel). Nos résultats montrent également l'importance de la qualité du service au branchement privé et à la borne fontaine. Toutes choses égales par ailleurs, les ménages ayant une bonne opinion du

service à la borne fontaine ont une probabilité faible de choisir le raccordement au réseau de distribution. Cette probabilité est d'autant plus faible que le service au branchement privé n'est pas satisfaisant (coupures fréquentes). Si des scénarios évoquant différents niveaux de qualité du service ne sont pas considérés lors des enquêtes d'évaluation contingente, il y a un risque que la disposition à payer des ménages pour le branchement privé soit surestimée.

Références

AHMAD, J.K, BISHWANATH, G., MISRA, S., (2005), “Value of arsenic-free drinking water to rural households in Bangladesh”, *Journal of Environmental Management*, 74, 173-185.

ALTAF, M.A, WHITTINGTON, D., JAMAL, H., SMITH, K., (1993), “Rethinking Rural Water Supply Policy in Punjab, Pakistan”, *Water Resource Research*, 29, 1943-1954.

BRIAND, A., (2006), « Politiques tarifaires de l'eau, sécurité alimentaire et vulnérabilité climatique au Sénégal: un modèle d'équilibre général calculable éclairé par une enquête ménages », Thèse de doctorat, Université de Rouen.

BRISCOE, J. DE CASTRO, P.F., GRIFFIN, C., NORTH, J., OLSEN, O., (1990), “Toward Equitable and Sustainable Rural Water Supplies: A Contingent Valuation Study in Brazil”, *The World Bank Economic Review*, 4(2), 115-143.

BROCKLEHURST, C., JANSSENS, J.G., (2004), “Innovative Contracts, Sound Relationships: Urban Water Sector in Senegal”, WSSB Discussion Paper Series, Paper n°1.

CAIRNCROSS, S., CLIFF, J.L, (1987), “Water Use and Health in Mueda, Mozambique”, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 81, 51-54.

CURTIS, F., (1986), “Women and the Transport of Water”, London: Intermediate Technology Publications.

Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages (ESAM) (2001/2002), République du Sénégal, Direction de la prévision et de la statistique, Dakar.

GREENE, W.H., 2003. *Econometric Analysis*. Prentice Hall, 5th Edition.

NAUGES, C., STRAND, J., (2007), “Estimation of Non-Tap Water Demand in Central American cities », *Resource and Energy Economics*, à paraître.

NAUGES, C., VAN DEN BERG, C., (2006), “Water Markets, Demand and Cost Recovery for Piped Water Supply Services: Evidence from Southwest Sri Lanka”, *World Bank Policy Research Working Paper, no WPS 3941*.

PATTANAYAK, S.K, VAN DEN BERG, C., YANG, J.C, VAN HOUTVEN, G., (2006), “The Use of Willingness to Pay Experiments: Estimating Demand for Piped Water Connections in Sri Lanka”, *World Bank Policy Research Working Paper, no WPS 3818*.

SDE (2004), “Evolution institutionnelle de l’hydraulique urbaine et de l’assainissement”, Rapport Diagnostic technique, ICEA / IBM BCSI PMC, République du Sénégal, Dakar, mars.

SINGH, B., RAMASUBBAN, R., BATHIA, R., BRISCOE, J., GRIFFIN, C., KIM, C., (1993), “Rural Water Supply in Kerala, India: How to Emerge from a Low-Level Equilibrium Trap”, *Water Resources Research*, 29(7), 1931-1942.

SONES (2004), « Rapport d’avancement du projet sectoriel eau au 31 décembre 2003 », Direction de la planification et de l’équipement, République du Sénégal, Dakar, janvier.

WHITTINGTON, D., BRISCOE, J., MU, X., BARRON, W., (1990a), “Estimating the Willingness to Pay for Water Services in Developing Countries: A Case Study of the Use of Contingent Valuation Surveys in Southern Haiti”, *Economic Development and Cultural Change*, 38(2), 293-311.

WHITTINGTON, D., LAURIA, D.T., (1991), “A study of Water Vending and Willingness to Pay for Water in Onitsha, Nigeria”, *World Development*, 19(2), 179-198.

WHITTINGTON, D., MU, X., ROCHE, R., (1990b), “Calculating the Value of Time Spent Collecting Water: some Estimates for Ukunda, Kenya”, *World Development*, 18(2), 226-280.

WHITTINGTON, D., PATTANAYAK, S.K., JUI-CHEN, Y., BAL KUMAR, K.C., (2002), “Household Demand for Improved Piped Water Services: Evidence from Kathmandu, Nepal”, *Water Policy*, 4(6), 531-556.

Annexes

Annexe 1 : Répartition de l'échantillon entre les différents quartiers

Nom du quartier	Nombre total de ménages enquêtés	Nombre de ménages raccordés enquêtés	Nombre de ménages non raccordés enquêtés
Ben Barraque	30	15	15
Boune	29	14	15
Fass Mbao	13	12	1
Grand Yoff	66	45	21
Hamdallaye 1	30	15	15
Keur Massar	30	15	15
Médina Fass Mbao	21	6	15
Mermoz	17	17	0
Ouakam	25	0	25
Autre Pikine	5	0	5
Yeumbeul	36	20	16
Total	302	159	143

Annexe 2 : Modèle Probit bivarié – Estimation sur l'échantillon restreint (271 observations)

	Branchement privé			Borne fontaine		
	Coef.	Err. Std.	p-value	Coef.	Err. Std.	p-value
Constante	-0,525	0,441	0,234	-0,562	0,401	0,161
Distance à la borne fontaine (mètres)	0,003	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,051
La personne enquêtée est une femme veuve (0/1)	0,566	0,292	0,053	-0,318	0,257	0,216
La personne enquêtée sait lire ou écrire (0/1)	0,849	0,221	0,000	-0,562	0,196	0,004
La personne enquêtée est locataire (0/1)	-0,631	0,266	0,018	0,353	0,239	0,140
Le toit est en ardoises (0/1)	-0,698	0,206	0,001	0,646	0,178	0,000
La maison est équipée d'une chaise anglaise / turque (0/1)	0,506	0,199	0,011	-0,404	0,189	0,032
Nombre de pièces d'habitation	0,266	0,055	0,000	-0,104	0,047	0,026
Pourcentage de ménages du quartier pour lesquels les coupures fréquentes sont un inconvénient	-0,086	0,615	0,888	1,570	0,529	0,003
Pourcentage de ménages du quartier ayant une bonne opinion sur les heures d'ouverture à la borne fontaine	-1,771	0,465	0,000	1,854	0,433	0,000
Le ménage a accès à un puits ou à l'eau de voisinage (0/1)	-0,954	0,232	0,000	-0,114	0,205	0,577
Nombre d'observations	271					
Test de Wald (statistique de test, p-value)	110,35	(0,0000)				
Test de $\rho = 0$ (test du ratio de vraisemblance)	62,1694	(0,0000)				