

Library
IRC International Water
and Sanitation Centre
Tel : +31 70 30 039 87
Fax : +31 70 35 839 54

**ANALYSE DES PARAMETRES ECONOMIQUES
DE LA DISTRIBUTION D'EAU
POUR LES POPULATIONS A FAIBLES REVENUS DES
QUARTIERS PERIURBAINS ET DES PETITS CENTRES EN
AFRIQUE**

*Rapport de synthèse
Mars 1998*

*Alain Morel à l'Huissier
Bernard Collignon
Janique Etienne
Serge Rey*

*Cette étude a été financée par le Fonds d'Aide et de Coopération dans le cadre du
programme « Eau potable et assainissement dans les quartiers périurbains et les petits
centres », coordonné par le pS-Eau.*

202.7-15751

Rapport de synthèse rédigé sous la direction d'Alain MOREL A L'HUISSIER
(CERGRENE/LABAM)

Avec la participation de :
Bernard COLLIGNON (HYDRO CONSEIL)
Janique ETIENNE et Serge REY (BURGEAP)
Annie MANOU SAVINA (GREA-AO)

CERGRENE/LABAM

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
6 et 8 avenue Blaise Pascal
Cité Descartes - Champs sur Mame
F-77455 MARNE LA VALLEE Cedex 2
Tel . (33) 01.64.15.36.33
Fax : (33) 01.64 15 37.64
e-mail . morel@cergrene.enpc.fr

HYDRO CONSEIL

53, rue du Moulin des Prés
F-75013 PARIS
Tél / Fax (33) 01 45 65 11.16
e-mail . H2Oconseil@aol.com

BURGEAP Ingénieurs Conseils

27 rue de Vanves
F-92100 BOULOGNE
Tel . (33) 01.46 10 25 00
Fax : (33) 01 46.10.25 49
e-mail . bgpinter@worldnet.fr

GREA - AO (Groupe Régional Eau et Assainissement Afrique de l'Ouest du Programme PNUD-Banque Mondiale)
Banque Mondiale - Mission Régionale en Afrique de l'Ouest
01 BP 1850 ABIDJAN 01 - COTE D'IVOIRE
Tél (225) 44 22.27 - Fax : (225) 44.16 87

*Cette étude a été financée par le Fonds d'Aide et de Coopération d'Intérêt Général
FAC-IG n°94017700
et pilotée par le CERGRENE (contrat de subvention n°9602253)
dans le cadre du programme « Eau potable et assainissement dans les quartiers périurbains
et les petits centres », coordonné par le Programme Solidarité Eau*

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel : +31 70 30 689 80
Fax: +31 70 35 899 84

BARCODE: 15751
LO: 202.7 98AN

SOMMAIRE

Sommaire.....	5
Index des figures	9
Index des tableaux	10
Avant-propos.....	13
Résumé.....	15
1.1. Les outils d'évaluation contingente de la demande pour les services améliorés en eau	15
1.2. Recherche de modèles prévisionnels permettant d'analyser le coût standard pour divers systèmes de distribution d'eau	16
PARTIE I. LA FONCTION DE DEMANDE ET SES OUTILS D'ÉVALUATION.....	19
Introduction	21
Problématique et objet de la recherche	21
Définition de l'évaluation contingente	22
1. Les modèles de la demande.....	25
1.1. Les principales références et sources d'information.....	25
1.1.1. Objet et méthodologie de la recherche de la Water Research Team	25
1.1.2. Objet et méthodologie de la recherche CERGREN / BURGEAP	26
1.2. Un « faisceau » de déterminants conjoints	27
1.2.1. Le choix de recourir à des bornes-fontaines kiosques : l'exemple d'Ukunda (Kenya) et d'Onitsha (Nigeria)	28
1.2.2. Le choix de se raccorder au réseau : l'exemple de la région de Kerala (Inde)	29
1.3. L'approche holistique de la modélisation de la demande	32
1.3.1. Le modèle de Meroz (1968).....	32
1.3.2. Un modèle explicatif du taux de recours aux revendeurs de voisinage.....	33
1.3.3. Facteurs déterminants du choix d'utiliser les points d'eau collectifs dans les petits centres et quartiers urbains d'Afrique de l'Ouest.....	34
1.4. Influence des caractéristiques socio-économiques et démographiques	36
1.4.1. Revenu et possessions	36
1.4.2. Education	37
1.4.3. Sexe.....	37
1.4.4. Facteurs socioprofessionnels.....	38
1.4.5. Taille et composition des ménages	38
1.5. Influence des caractéristiques des modes d'approvisionnement existants et améliorés.....	38
1.5.1. Coût.....	38
1.5.2. Qualité de l'eau perçue.....	40
1.5.3. Fiabilité	41
1.5.4. Niveau de service.....	42
1.5.5. Attitudes envers la gestion gouvernementale du service public d'eau	42
1.6. Modélisation de la consommation aux points d'eau collectifs en Afrique de l'Ouest	44
1.6.1. Comparaison des données d'enquêtes et des données de service.....	44
1.6.2. Hiérarchisation des facteurs explicatifs.....	45
1.6.3. Consommations en fonction des sources alternatives d'approvisionnement et effets saisonniers	47
1.6.4. Elasticité de la consommation au prix de vente	49

1.6.5.	Influence de la distance à parcourir	49
1.6.6.	Influence d'autres facteurs	51
1.7.	Une approche alternative : la modélisation des opinions.....	52
1.7.1.	L'opinion concernant la distance aux bornes-fontaines	53
1.7.2.	L'opinion concernant le temps d'attente	57
1.7.3.	L'opinion concernant le prix de l'eau	60
1.8.	Fiabilité des prévisions des taux de raccordement fondés sur les modèles comportementaux	63
2.	Les méthodes directes d'évaluation contingente.....	66
2.1	La conception du questionnaire de volonté de payer.....	66
2.1.1.	Objectifs et structure générale du questionnaire	66
2.1.2.	Formulation des questions destinées à éliciter la volonté de payer	69
2.1.3.	Description des modalités du service	73
2.1.4.	Adaptation des questions de volonté de payer aux systèmes spécifiques	74
2.1.5.	Pratiques d'approvisionnement en eau existantes et opinions.....	77
2.1.6.	Caractéristiques socio-économiques du ménage.....	78
2.1.7.	Comment tester les biais	79
2.2.	La définition d'une base de sondage.....	81
2.2.1	Quels sites sélectionner ?	81
2.2.2.	Quelle taille pour l'échantillon ?	82
2.2.3.	Quelle méthode d'échantillonnage ?	82
2.2.4.	Le choix de l'individu à enquêter.....	83
2.3.	Deux techniques pour caler au mieux le questionnaire.....	84
2.3.1.	La pré-enquête test	84
2.3.2.	Les « focus groups »	84
2.4.	L'administration de l'enquête.....	87
2.4.1.	La traduction du questionnaire.....	87
2.4.2.	Le choix et la formation des enquêteurs.....	87
2.4.3.	Le déroulement de l'enquête.....	90
2.5.	L'exploitation des données collectées par l'enquête.....	91
2.5.1.	Tabulations des enchères sur la volonté de payer	91
2.5.2.	Statistique descriptive sur les usages domestiques de l'eau et les caractéristiques socio-économiques des ménages	94
2.5.3.	De l'intérêt d'étudier les déterminants de la volonté de payer	95
2.5.4.	Quelles techniques statistiques pour analyser les déterminants de la volonté de payer ?	96
2.5.5.	Exemple d'analyse factorielle des composantes simples de la volonté de payer.....	97
2.5.6.	Les tests de fiabilité	104
2.6.	Les études complémentaires aux enquêtes de volonté de payer	104
2.6.1.	Les observations directes aux sources d'approvisionnement	104
2.6.2.	Les enquêtes sur la revente de l'eau.....	105
2.7.	Les ressources requises	107
2.7.1.	Compétences requises pour l'équipe de projet.....	107
2.7.2.	Chronogramme du projet	108
2.8.	Utilisation des informations fournies par les études de volonté de payer.....	109
2.9.	Validité des prévisions fondées sur les enquêtes de volonté de payer	110
2.9.1.	Méthode de révélation des bénéfices	111
2.9.2.	Méthode de transfert des bénéfices	112
2.9.3.	Comparaison de la révélation des bénéfices, du transfert des bénéfices et du modèle comportemental.....	114
2.10.	Conclusions.....	115
PARTIE II. LES FONCTIONS DE COÛT		117
Introduction		119
1.1.	Le champ d'étude	119
1.2.	Les sources d'informations disponibles.....	119
1.2.1.	Analyse des comptes d'exploitation	119
1.2.2.	Analyse des budgets d'investissement	120
1.2.3.	Analyse de la filière d'importation de matériels et pièces détachées	120
1.2.4.	Comptabilité analytique des entreprises et services publics de maintenance	120

2.	Différents prix pour différents niveaux de service	122
2.1.	Il n'existe pas « un » prix de l'eau.....	122
2.2.	Un prix variable en fonction du service : la chaîne des opérateurs privés de la distribution d'eau à Port-au-Prince	123
3.	Les charges d'investissements	124
3.1.	La maîtrise d'ouvrage.....	124
3.2.	La maîtrise d'œuvre.....	125
3.3.	Les captages.....	125
3.3.1.	Les puits.....	125
3.3.2.	Les forages.....	126
3.3.3.	Les captages en rivière.....	127
3.3.4.	L'influence du contexte hydrogéologique	127
3.4.	L'exhaure (pompes et moteurs).....	128
3.4.1.	Stations thermiques (à énergie fossile).....	128
3.4.2.	Pompes électriques sur réseau.....	129
3.4.3.	Générateurs photovoltaïques (énergie solaire).....	129
3.4.4.	Eoliennes de pompage.....	129
3.5.	Le traitement de l'eau.....	130
3.5.1.	La filtration rapide	130
3.5.2.	La filtration lente sur sable.....	130
3.5.3.	La chloration	130
3.6.	Les adductions d'eau (du captage au réservoir).....	131
3.7.	Le stockage de l'eau	131
3.8.	Le réseau de distribution.	132
3.9.	Les branchements individuels.....	133
3.10.	Les bornes-fontaines	133
3.11.	Les infrastructures « administratives ».....	134
3.12.	Les facteurs de coût « non techniques ».....	134
3.12.1.	L'efficacité des procédures d'appel d'offres.....	134
3.12.2.	Le statut fiscal des marchés.....	135
3.12.3.	La politique de change	136
3.13.	Contribution en nature des futurs usagers.	136
3.14.	Quelques données de synthèse.....	136
4.	Les charges de renouvellement.....	137
4.1.	Qui paye quoi ?.....	137
4.2.	Emprunt, amortissement ou provisions pour renouvellement ?	138
4.3.	La durée de vie du matériel et les amortissements	138
4.4.	Les charges de renouvellement.....	140
5.	Les charges récurrentes	141
5.1.	Décomposition du coût de l'eau	141
5.2.	Charges fixes et charges proportionnelles (variables)	142
5.3.	Le prix « d'équilibre » que peut pratiquer un exploitant varie fortement avec la consommation.	142
5.4.	A quelle échéance devra-t-on payer ?.....	143
5.5.	L'énergie.....	144
5.6.	Le petit entretien du matériel d'exhaure	145
5.7.	Le gros entretien et les réparations du matériel d'exhaure	145
5.8.	L'entretien et la réparation du réseau, la lutte contre les fuites	147
5.9.	La gestion globale du service	148
5.10.	Les droits et taxes	149
5.11.	Les facteurs de coût « non techniques ».....	149
5.12.	Charges unitaires dans les quartiers populaires non lotis des grandes villes	150
5.13.	Coûts unitaires dans les petits centres.....	152
5.14.	Quelques points de comparaison.....	155
6.	Conclusions	156
6.1.	De la difficulté d'une modélisation utilisant un nombre trop réduit de paramètres... ..	156
6.2.	De la difficulté à évaluer certains paramètres.....	156

6.3.	Le « coût de l'eau » est un concept intéressant.....	157
6.4.	De la nécessité d'une analyse des comptes d'exploitation	157

PARTIE III. LOGICIEL D'AIDE À LA GESTION DES COÛTS 159

1.	Les objectifs du système.....	161
2.	La base de données.....	162
3.	Les fonctionnalités principales	162
3.1.	Calcul des coûts.....	162
3.2.	Zone de regroupement	163
3.3.	Sauvegarde des résultats de calcul.....	163
3.4.	Assistants divers	163
4.	Présentation du logiciel.....	164
4.1	Module « Interrogation »	164
4.2.	Module « Gestion »	165
4.3	Module « Simulation »	165
4.4.	Module « Configuration »	165

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 167

Références bibliographiques de la partie I (Demande) 169

Références bibliographiques de la partie II (Coûts) 177

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Situation du contexte de l'étude sur la plage de contingence (Vézina - 1992)	22
Figure 2 : Consommations spécifiques d'après enquêtes et d'après données de service	44
Figure 3 : Mapping de l'analyse factorielle des composantes simples – Classes de consommation spécifique.....	46
Figure 4 : Influence de la distance sur les consommations spécifiques.....	50
Figure 5 : Seuil d'indifférence en fonction de la distance moyenne parcourue.....	56
Figure 6 : Modèle de jeu d'enchères à 3 degrés.....	71
Figure 7 : Exemple d'histogramme de la volonté de payer	91
Figure 8 : Courbe de demande (histogramme cumulé de la volonté de payer)	92
Figure 9 : Recette annuelle du service en fonction de la cotisation mensuelle par ménage	93
Figure 10 : Recette annuelle en fonction de la proportion de ménages accédant au service	94
Figure 11 : AFCS de la VDP pour un assainissement amélioré à Bobo Dioulasso - Mapping sur axes principaux n°1 et 2 (Morel à l'Huissier - 1998)	101
Figure 12 : Le prix de l'eau aux différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement par les opérateurs privés de la distribution à Port-au-Prince (Haïti)	123
Figure 13 : Charges de renouvellement de l'ensemble des systèmes ruraux de Mauritanie ..	140
Figure 14 : Exemple de variation du coût unitaire de l'eau en fonction de la consommation	143
Figure 15 : Répartition des principaux postes de dépense de la gestion des bornes-fontaines par les comités d'eau à Port au Prince (Haïti).....	151

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Modèle Logit de la probabilité de choisir un point d'eau (Ukunda - Kenya).....	28
Tableau 2 : Modèle multinomial de la probabilité de choisir de s'approvisionner à un puits (Onitsha - Nigeria).....	29
Tableau 3 : Etude de Kerala (Inde) - Localisation et types des sites d'enquête, taille des échantillons	30
Tableau 4 : Modèle Probit de la probabilité de choisir un robinet sur cour (Enquête Kerala 1988)	31
Tableau 5 : Définition d'un indicateur de la situation de l'approvisionnement en eau	33
Tableau 6 : Consommations spécifiques moyennes d'après les données de service en fonction de la pluviométrie	47
Tableau 7 : Minima et maxima mensuels des consommations spécifiques moyennes d'après les données de service en fonction de la pluviométrie.....	47
Tableau 8 : Consommations spécifiques moyennes d'après les données de service et les enquêtes, en fonction de l'abondance des puits	47
Tableau 9 : Minima et maxima mensuels des consommations spécifiques moyennes d'après les données de service, en fonction de l'abondance des puits	48
Tableau 10 : Consommations spécifiques moyennes par classe de distance moyenne à la borne-fontaine	50
Tableau 11 : Consommations spécifiques moyennes selon que la borne-fontaine est utilisée ou non pour l'eau de lessive en saison sèche.....	51
Tableau 12 : Consommations spécifiques moyennes selon que la concession dispose d'une latrine ou non	51
Tableau 13 : consommations spécifiques moyennes selon le nombre d'enfants du ménage ...	51
Tableau 14 : Influence du type d'urbanisation en fonction de la distance-seuil.....	55
Tableau 15 : Influence de la disponibilité des ressources traditionnelles sur la distance-seuil (Bénin, Niger, Guinée).....	55
Tableau 16 : Influence de la fréquence des puits sur la distance-seuil (Bénin, Niger, Guinée, Mali).....	55
Tableau 17 : Distance-seuil en fonction du type d'urbanisation et de la fréquence des puits ..	56
Tableau 18 : Opinion concernant la distance à la borne-fontaine en fonction des membres du ménage chargés du transport de l'eau	57
Tableau 19 : Influence du type d'urbanisation sur le seuil d'indifférence au temps d'attente ..	58
Tableau 20 : Influence de la fréquence des puits sur le seuil d'indifférence au temps d'attente	58
Tableau 21 : Opinion concernant le temps d'attente à la borne-fontaine selon la distance à parcourir.....	58
Tableau 22 : Hiérarchisation des facteurs explicatifs de l'opinion concernant le temps d'attente aux bornes-fontaines	60
Tableau 23 : Opinion concernant le prix de l'eau à la borne-fontaine en fonction du prix au Niger et au Bénin (FCFA-95)	60
Tableau 24 : Opinion concernant le prix de l'eau à la borne-fontaine en fonction du prix en Guinée (FCFA - 95).....	61
Tableau 25 : Influence du type d'urbanisation sur le seuil d'indifférence au prix	61

Tableau 26 : Influence de la disponibilité des ressources en eau sur le seuil d'indifférence au prix	61
Tableau 27 : Taux d'effort moyen par pays.....	62
Tableau 28 : Tri croisé Opinion - Taux d'effort maximum admissible (valeur du % correspondant au chi-2 maximum)	63
Tableau 29 : Comparaison des comportements prédits et avérés des ménages des sites B dans les zones à ressources en eau rares (Kerala, Inde)	64
Tableau 30 : Modèle Probit de la probabilité de choisir un branchement sur cour pour les sites B à eau rare (Enquête Kerala - 1988).....	65
Tableau 31 : Comparaison des comportements prédits et avérés (Kerala, Inde) / Méthode de révélation des bénéfices	112
Tableau 32 : Comparaison des comportements prédits et avérés (Kerala, Inde) / Méthode de transfert des bénéfices.....	114
Tableau 33 : Statistiques résumées sur la précision des prévisions de comportement des ménages des sites B dans les zones à ressources en eau rares (Kerala, Inde).....	115
Tableau 34 : Eléments du prix de l'eau pour divers types de service.....	122
Tableau 35 : Exemples de fonctions de coût des forages profonds	127
Tableau 36 : Coûts unitaires des investissements en matériel d'exhaure (en FF par kW de puissance utile) pour divers types d'équipement (d'après Gay - 1994 et Collignon - 1998)	130
Tableau 37 : Coûts de fourniture de canalisations en différents types de matériaux (en FF par mètre)	132
Tableau 38 : Répartition des coûts unitaire (en FF/m linéaire) pour la fourniture, la pose et le terrassement des canalisations en PVC (Projet STWSP - Ouganda)	133
Tableau 39 : Coût de divers modèles de bornes-fontaines (FF)	133
Tableau 40 : Variabilité des prix unitaires selon les offres.....	135
Tableau 41 : Investissement total (en millions de F CFA) et par système motorisé (diesel ou solaire) dans quelques régions du Sénégal (Thiaw et Dagassan - 1994).	136
Tableau 42 : Quelques propositions de base sur la répartition des charges entre les principaux acteurs du secteur hydraulique (Collignon - 1994b).....	137
Tableau 43 : Evaluation de l'espérance de vie et des amortissements moyens à appliquer pour chaque type d'installation hydraulique pour l'ensemble des systèmes d'approvisionnement en milieu rural en Mauritanie (petits centres et hydraulique villageoise).....	139
Tableau 44 : Caractéristiques des charges récurrentes pour la distribution d'eau par bornes-fontaines.....	141
Tableau 45 : Fonctions de coût du gros entretien des groupes de pompage.....	146
Tableau 46 : Coût de la maintenance d'un groupe motorisé d'irrigation au Mali.....	147
Tableau 47 : Exemple du coût de la maintenance assurée par une entreprise agréée.....	147
Tableau 48 : Le coût de la collecte de l'argent dans les Programmes Alizés (éoliennes) et PRS (solaire) en Mauritanie (d'après Gay-1994).....	148
Tableau 49 : Coût de la gestion de la vente au détail (Frs CFA)	149
Tableau 50 : Bilan financier des comités d'eau de Port au Prince (Haïti)	151
Tableau 51 : Calcul du prix de l'eau pour l'adduction d'eau inter villageoise de Sinthiane (Sénégal) sur la période du 06/02/96 au 17/04/96 (soit 2,33 mois)	152
Tableau 52 : Charges récurrentes de quelques adductions (en FF).....	153
Tableau 53 : Les principales composantes du coût du service de l'eau en France (Erhard-Cassegrain et Margat - 1983).....	155

AVANT-PROPOS

Cette action de recherche prend place dans un programme plus vaste, lancé par le Ministère de la Coopération sur le thème « **eau potable et assainissement dans les quartiers périurbains et les petits centres** ». Ce programme est coordonné par le pS-Eau et financé par le Fonds d'Aide et de Coopération.

Parmi les dix actions de recherche qui ont été retenues par le comité scientifique du programme figure une proposition du CERGRENE, dont l'intitulé exact est :

« Outils d'évaluation directe de la demande pour les services améliorés de la distribution d'eau potable. Fonctions de coût de divers systèmes d'approvisionnement collectifs en eau potable dans les quartiers périurbains et les centres secondaires. »

Cette Action de recherche recoupe donc deux axes du Programme :

- **L'axe 1.1** : Les outils d'évaluation contingente de la demande pour les services améliorés en eau
- **L'axe 1.2** : Recherche de modèles prévisionnels permettant d'analyser le coût standard pour divers systèmes de distribution d'eau dans les quartiers périurbains et les petits centres.

L'objectif de la recherche est triple :

- 1) Etudier *la fonction de la demande* des populations des centres secondaires et des quartiers périurbains pour des services améliorés d'approvisionnement en eau potable (points d'eau collectifs payants, branchements particuliers, livraison-portage à domicile). En déduire des outils opérationnels pour sa prévision dans le cadre des études d'avant-projet et élaborer des recommandations pratiques pour la mise en œuvre de ces outils.
- 2) Décomposer les coûts de divers systèmes de distribution d'eau potable suivant une grille appropriée, à partir de coûts collectés sur un grand nombre de cas couvrant l'ensemble de la gamme des systèmes envisageables sur les quartiers périurbains ou les petits centres, et, à système donné, des niveaux de service et des contextes différenciés, de façon à élaborer les fonctions de coût de ces systèmes. L'objectif est donc de fournir un outil d'aide au choix des variantes possibles et à leur conception optimale.
- 3) Dans le souci de développer un outil d'aide à l'analyse des coûts, la présente recherche se propose également de finaliser et d'adapter un programme mis au point par le BURGEAP sur le Cap Vert, de façon à ce que le programme permette le calcul des coûts pour tout système d'alimentation en eau potable envisagé dans n'importe lequel des pays africains, et réponde aux souhaits et objectifs variés des utilisateurs potentiels.

L'organisation générale du rapport reprend ces trois composantes de la recherche, traitées respectivement dans chacune des trois parties qui le constituent. La seconde partie, consacrée

à l'analyse des coûts a été rédigée par Bernard Collignon (HYDRO-CONSEIL) et la troisième, dévolue à la présentation de l'application informatique d'aide à l'analyse des coûts, rend compte du travail effectué par BURGEAP pour la présente recherche. L'ensemble de la recherche et de la rédaction du présent rapport a été placée sous la coordination et le pilotage du CERGRENE.

RESUME

1.1. Les outils d'évaluation contingente de la demande pour les services améliorés en eau

La demande de niveau de service amélioré est principalement déterminée par la fiabilité du système, son coût généralisé (prix + efforts en termes de distance à parcourir et de temps d'attente aux points d'eau) ainsi que par la disponibilité de ressources alternatives traditionnelles et gratuites. La volonté de payer pour les services améliorés est très sensible à la connaissance que les usagers potentiels en ont (le biais informatif est la principale source de biais).

Lorsque l'on veut identifier la demande des ménages des pays en développement pour un service amélioré d'approvisionnement en eau potable (évaluation dite « contingente » car le service est hypothétique), deux types d'approches sont possibles : une approche directe par sondage (enquêtes dite de volonté de payer, analyse conjointe, focus groups) et une approche indirecte par application de modèles comportementaux calés sur la demande observée en d'autres temps (extrapolation) ou en d'autres lieux (transposition).

Parmi les méthodes directes, seules les enquêtes de volonté de payer ont fait l'objet d'une validation scientifique. Une recherche menée par la Water Research Team de la Banque Mondiale a démontré, sur un cas précis, que les prévisions du choix des ménages fondées sur une enquête de volonté de payer peuvent atteindre une grande précision, à condition toutefois que soient rigoureusement suivies certaines règles méthodologiques. La plupart des enquêtes de volonté de payer menées jusqu'à présent souffrent en effet de graves lacunes. L'analyse bibliographique, l'expérience rapportée par les analystes, les sociologues et les chercheurs impliqués dans la mise en œuvre de ces techniques innovantes ainsi que notre propre expérience en la matière permettent de formuler des recommandations susceptibles d'aider à atteindre ce bon niveau de performance prévisionnelle, en évitant tout particulièrement - ou en sachant les tester et les corriger - les principales sources de biais qui entachent souvent les résultats de ces enquêtes : biais liés au questionnaire, aux enquêteurs, à l'information des enquêtés, biais hypothétiques, stratégiques et de complaisance.

L'approche indirecte n'a guère produit jusqu'à présent de modèles dont le champ d'application puisse dépasser le seul cadre du site où ils ont été calés et ils résistent mal à l'épreuve du temps : les comportements modélisés sur une ville ou un petit centre ne sont pas transposables sur d'autres sites et ne sont pas même applicables pour prévoir de façon fiable les choix qui prévaudront dans la même ville ou le même centre quelques années plus tard. Les modèles de la demande les plus prometteurs et parmi les plus robustes sont ceux réalisés dans le cadre des recherches CERGRENE / BURGEAP selon une approche holistique. A partir des résultats d'enquêtes réalisées dans 14 villes ou centres secondaires répartis dans 4 pays (Niger, Bénin, Guinée, Mali, plus d'un millier de ménages enquêtés au total), ces recherches ont modélisé le taux d'utilisation des bornes-fontaines par les populations non raccordées au réseau et leur consommation spécifique à ces points d'eau. Le recours aux bornes pour l'eau de boisson en saison sèche est trop généralisé pour donner lieu à un modèle

robuste mais le prix de vente de l'eau aux bornes et la disponibilité des puits (rares ou fréquents) expliquent 41% de la variance totale du taux d'utilisation des bornes pour l'eau de lessive en saison sèche. En saison des pluies, le taux d'utilisation des bornes-fontaines pour l'eau de boisson est fortement corrélé aux deux même variables ainsi qu'à la distance à parcourir : prix et distance expliquent les deux tiers environ de la variance.

Du strict point de vue financier, le coût élevé des enquêtes d'évaluation contingente (de 150 à 200 kF) pourrait être évité si l'effort de développement de modèles comportementaux était poursuivi jusqu'à atteindre un pouvoir prédictif au moins équivalent aux méthodes directes. Cependant, les enquêtes d'évaluation contingente favorisent un processus de consultation alors que l'usage de modèles pré-établis favorise au contraire la concentration des pouvoirs décisionnels en aliénant les usagers et responsables locaux du processus de planification.

1.2. Recherche de modèles prévisionnels permettant d'analyser le coût standard pour divers systèmes de distribution d'eau

La modélisation des coûts d'investissement et d'exploitation des divers systèmes de distribution d'eau à des fins prédictives se heurte à des obstacles incontournables. Les coûts de production et de distribution de l'eau potable intègrent des paramètres trop nombreux pour répondre aux spécifications d'une modélisation utilisable à des fins prédictives. En effet, les composantes du coût de l'eau varieront fortement selon les options techniques, le calcul des amortissements ou des provisions pour renouvellement dépend étroitement de la politique nationale en ce domaine, qui peut prévoir ou non la prise en charge de ce renouvellement et en reporter la charge éventuelle sur le budget de l'Etat, enfin certains paramètres se prêtent mal à une analyse économique, alors qu'ils ont un rôle déterminant dans l'équilibre financier des exploitants. De plus, certains de ces paramètres sont difficiles à évaluer précisément : le résultat des procédures d'appel d'offres montre que les charges d'investissement (et de renouvellement) ne peuvent être définies à moins de 20 % près, les charges financières (pour le remboursement des emprunts) dépendent étroitement de la politique de l'Etat à l'égard du secteur hydraulique ; enfin le prix des matériaux, du combustible, des pièces détachées, etc. dépend très fortement de l'offre sur le marché local et donc de la sécurité des approvisionnements (grande volatilité des prix sur le marché africain).

Une modélisation " par grands postes " demeure possible et offre un grand intérêt pour les services techniques ou les bureaux d'études appelés à travailler dans ce secteur, à la fois sur le plan économique (pour inciter les exploitants à améliorer leurs performances) et sur le plan pédagogique (pour sensibiliser les maîtres d'ouvrages aux conséquences de leurs choix techniques) .

Basées sur l'analyse critique des comptes d'exploitation des centres ou des quartiers comparables, où un système de distribution d'eau fonctionne depuis plusieurs années, de bonnes estimations du coût de l'eau sont accessibles et peuvent constituer un outil précieux de gestion pour les exploitants de systèmes d'approvisionnement en eau potable ou les collectivités locales. Nous avons développé à cette fin un système informatique d'aide à l'analyse des coûts. Il est fondé sur un SGBD courant (Microsoft Access™) et s'adapte aisément à tous les pays. Il permet, dans un environnement dédié et convivial (menus et écrans enchaînés hiérarchiquement et logiquement) de définir un ensemble de réseaux et leurs composantes afin d'en calculer les coûts de fonctionnement, de déterminer le coût moyen de

production de l'eau et de le comparer avec le prix de vente moyen. Il comprend un module de gestion de données où sont définis les réseaux (différents formulaires complémentaires et dépendants où sont stockées et suivies les données principales relatives aux localités et aux réseaux de distribution : conduites, réservoirs, bornes fontaines, points d'eau, pompes, personnels employés, volumes d'eaux produits et vendus), un module de simulation permettant de bâtir la formule de calcul des coûts, de maintenance et/ou de renouvellement (entièrement paramétrable) et de l'appliquer de façon à connaître par exemple le coût réel de l'eau produite, réseau par réseau ou au niveau d'un regroupement de réseaux et de le comparer aux prix de vente moyens, enfin d'un module d'interrogation permettant à l'utilisateur, même sans connaissances informatiques, de répondre automatiquement à des requêtes types sous la forme de listes ou d'états pré-imprimés.

***Partie I. La fonction de demande et ses
outils d'évaluation***

INTRODUCTION

Problématique et objet de la recherche

La capacité d'attribuer une valeur économique aux ressources environnementales est un problème central dans la problématique du développement durable des pays industriels (Carson and Mitchell - 1993 ; Mitchell and Carson - 1989) comme des pays en voie de développement (Serageldin et Steer - 1994). Les vingt-cinq dernières années ont connu un débat vigoureux et contradictoire au sujet des mérites relatifs de différentes approches (Serageldin and Steer - 1994). L'approche indirecte déduit des conclusions à partir de l'analyse du comportement réel ; l'approche directe, ou « méthode d'évaluation contingente », déduit les valeurs des réponses apportées par les enquêtés à des questions hypothétiques. La question du transfert des bénéfices en économie de l'environnement, qui se préoccupe de transposer par analogie les évaluations d'une certaine population pour estimer comment une seconde population évaluerait la même ressource, complique le débat. Ces approches ont été appliquées à d'autres secteurs, y compris la politique d'approvisionnement en eau dans les pays en développement (Banque Mondiale - 1992).

Dans ce secteur de l'approvisionnement en eau potable, la question clef est de prédire la réponse des consommateurs à un service, nouveau ou amélioré, auquel ils n'avaient pas accès précédemment ou dont ils n'ont pas l'expérience des caractéristiques. Un approvisionnement en eau domiciliaire ou par points d'eau collectifs, une augmentation de tarif ou une fiabilité améliorée en sont des exemples (Briscoe et al. - 1990 ; World Bank Water Demand Research Team - 1993).

L'approche directe (évaluation contingente de la demande) consiste alors à enquêter un échantillon représentatif d'usagers potentiels et à leur demander ce qu'ils sont prêts à payer pour différents types et niveaux de service, l'approche indirecte à collecter des données sur les comportements actuels observables (quantités d'eau prélevées à différentes sources d'approvisionnement, temps passé à la collecte, coûts supportés) puis à en inférer, à l'aide de modèles fondés sur la théorie de la demande des consommateurs, le montant que ces derniers seraient disposés à payer pour un service amélioré.

La planification de l'approvisionnement en eau dans le contexte particulier des villes et des petits centres d'Afrique subsaharienne souffre de l'absence d'outils susceptibles de prévoir avec une fiabilité acceptable la demande des ménages pour un service amélioré, que celui-ci soit fourni sous la forme de branchements particuliers à domicile ou bien par points d'eau collectifs. Le trait caractéristique du marché de l'eau dans ce contexte réside en effet dans l'existence de relations de *concurrence* et de *complémentarité* entre *différents modes d'approvisionnement*, les uns relevant d'une offre de service « moderne » et souvent qualifiée d'« améliorée » (branchements domiciliaires et points d'eau collectifs), les autres fournis par des sources traditionnelles et « gratuites » telles que les puits, les sources, l'eau de pluie, les rivières ou marigots, d'autres encore proposés par des opérateurs souvent informels sous forme de livraison à domicile d'une eau qu'ils se procurent eux-mêmes de façons diverses. Or, l'inadéquation de l'offre à la demande a de graves répercussions sur la durabilité des ouvrages, leur prise en charge par la population, l'efficacité d'une politique sanitaire ainsi que

sur l'équilibre financier des sociétés distributrices ou des gestionnaires délégués des points d'eau collectifs.

Des outils opérationnels et d'une mise en œuvre simple et peu coûteuse seraient donc nécessaires pour déterminer la volonté de payer pour différents niveaux de service et pour évaluer les conséquences de cette information sur les choix des systèmes à implanter, des investissements à consentir et la tarification à adopter.

Dans quelle mesure les méthodes directes et indirectes d'évaluation de la demande constituent-elles de tels outils ? Lesquelles doit-on préférer et quels en sont les avantages et inconvénients respectifs ? Quelles précautions doit-on prendre pour les mettre en œuvre et quel crédit peut-on accorder aux prévisions fondées sur leurs résultats ? Telles sont les questions clé auxquelles la présente recherche s'attache à répondre. Nous nous proposons donc :

- D'analyser la *fonction de la demande* des populations des centres secondaires et des quartiers périurbains pour des services améliorés d'approvisionnement en eau potable (points d'eau collectifs payants, branchements particuliers, livraison-portage à domicile) et ses déterminants ;
- De présenter un état de l'art des méthodes directes et indirectes susceptibles d'être mobilisées pour évaluer cette demande ;
- D'en déduire des recommandations pratiques pour l'utilisation optimale de ces méthodes en phase opérationnelle, c'est-à-dire dans le cadre des études d'avant-projet.

Définition de l'évaluation contingente

L'évaluation contingente mesure le consentement à payer des ménages pour un service qui n'existe pas encore. Cette situation est typiquement celle dans laquelle l'on se trouve lors des études d'avant-projet, qui vont déterminer la faisabilité d'un projet de réseau d'approvisionnement en eau visant à créer un service (réseau neuf) ou à l'améliorer (extensions, densification, nouveaux branchements ou implantations de bornes-fontaines). Le marché pour ce service est virtuel, hypothétique. Dans la mesure où son existence dépend de la réalisation effective du projet, il est de nature « contingente ».

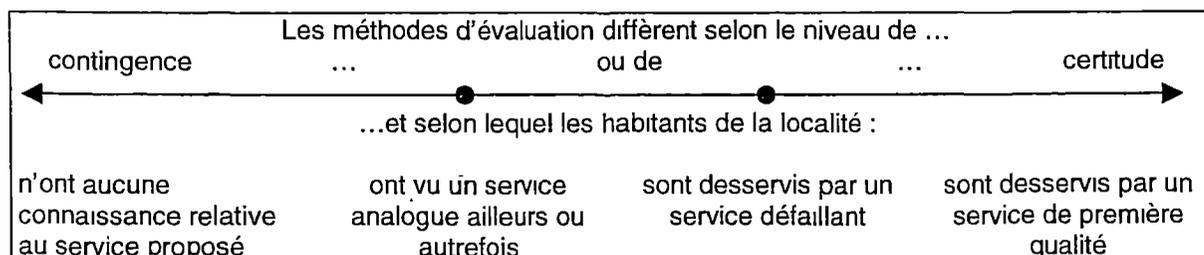


Figure 1 : Situation du contexte de l'étude sur la plage de contingence (Vézina - 1992)

Le consentement à payer des ménages pour un service dépend étroitement de la connaissance qu'ils peuvent en avoir, de leur expérience et de leur perception de ses caractéristiques,

avantages et inconvénients. La validité de la mesure de ce consentement à payer est fortement affectée dans les situations d'information imparfaite (Vézina – 1992). Il est donc possible de distinguer plusieurs niveaux de contingence en fonction du degré de connaissance (voir Figure 1 ci-dessus).

1. LES MODELES DE LA DEMANDE

1.1. Les principales références et sources d'information

Les modèles comportementaux dont on rend compte ici ont *principalement* mais pas exclusivement pour origine deux programmes de recherche, l'un entrepris par l'équipe de la Banque Mondiale (Water Research Team - 1995) entre 1987 et 1990 sur les déterminants de la demande en eau dans des régions rurales d'Amérique Latine, d'Afrique et d'Asie du Sud-Est, le second par le CERGRENE et BURGEAP entre 1994 et 1996 sur différents petits centres et villes d'Afrique de l'Ouest (Etienne J. - 1996 ; Morel à l'Huissier A. et Verdeil V. - 1996 ; Etienne J. et Morel à l'Huissier - 1997 ; Morel à l'Huissier A. - 1997).

En raison de l'importance des enseignements qui peuvent être tirés de ces deux études pour la modélisation de la demande, nous présentons ci-après de façon assez détaillée la méthodologie suivie par ces deux études.

1.1.1. Objet et méthodologie de la recherche de la Water Research Team

Les études financées par la Banque Mondiale pour aborder ces problèmes ont été menées en Amérique Latine (Brésil), en Afrique (Nigeria et Zimbabwe), et en Asie du sud-est (Pakistan et Inde). Chaque étude de cas a été conduite par des chercheurs d'un institut ou d'une université nationale, travaillant en étroite collaboration avec une équipe et des consultants de la Banque Mondiale. Dans trois des cinq études, des sites variés de plusieurs régions du pays ont été étudiés. Les sites brésiliens incluaient une zone relativement prospère aux ressources en eau abondantes dans l'état de Parana (sud-est) ainsi qu'une zone pauvre et soumise à la sécheresse dans l'état de Ceara (Nord-Est). Au Pakistan, trois zones d'études ont été sélectionnées dans l'Etat du Punjab : l'une dotée de ressources en eau de bonne qualité et facilement accessibles ; une autre de nappes peu profondes mais saumâtres ; la troisième dans une zone aride où les ressources étaient relativement profondes et inaccessibles. En Inde (Etat de Kerala), une zone possédait des ressources abondantes et de bonne qualité, une seconde un aquifère abondant mais salée, une troisième souffrait d'une pénurie de ressources.

Au départ, l'équipe de recherche a développé une méthodologie commune, ou « protocole indicatif ». La méthodologie a ensuite été modifiée dans quelques pays pour prendre en compte les spécificités d'un site, mais elle a fourni un cadre conceptuel qui rendaient les différentes études cohérentes et comparables entre elles. L'hypothèse commune était identique à celle de la présente recherche.

Les chercheurs ont utilisé à la fois des méthodes indirectes (préférences révélées) et directes (évaluation contingente) pour étudier comment les ménages effectuent leur choix parmi les

sources d'approvisionnement. L'approche indirecte a fait appel aux techniques économétriques du choix discret pour modéliser les décisions des ménages et pour en déduire une estimation des bénéfices tirés par les ménages de leur choix. L'approche directe a consisté à demander aux ménages qui ne disposaient pas d'une source en eau améliorée (borne-fontaine publique ou branchement domiciliaire par exemple) ce qu'ils utiliseraient si celle-ci était fournie moyennant des conditions qui leur étaient spécifiées, et combien ils seraient prêts à payer pour en bénéficier.

Le protocole indicatif de la recherche a identifié deux catégories de village pour l'étude. Dans les villages du type A, les ménages avaient déjà la possibilité de se connecter à un réseau de distribution ; quelques-uns avaient fait ce choix, d'autres non. Dans ces villages, une approche indirecte a été utilisée pour évaluer les déterminants des décisions domestiques. Parfois, des enquêtés dans les villages du type A étaient interrogés sur leur volonté de payer pour diverses améliorations dans le service et sur leur réponse à différentes propositions de tarifs. Dans les villages du type B, aucun système de distribution d'eau n'était encore disponible, quoi que parfois en projet. Une série de questions hypothétiques était posée aux ménages de ces villages, leur demandant s'ils choisiraient d'utiliser un système amélioré s'il était offert à un prix spécifié (et à un certain coût de raccordement). Des techniques économétriques étaient ensuite utilisées pour analyser les déterminants de leurs réponses.

En cours de projet, des opportunités se sont fait jour pour aborder quelques-unes des mêmes questions de recherche dans d'autres pays : dans le Sud d'Haïti et dans le District de Newala en Tanzanie, des enquêtes d'évaluation contingente ont été menées dans des villages du type B pour déterminer la volonté de payer des ménages pour des services améliorés. Au Kenya une étude du choix des modes d'approvisionnement a été menée dans un village de type A (Ukunda), mais aucune question d'évaluation contingente n'a été posée.

1.1.2. Objet et méthodologie de la recherche CERGRENÉ / BURGEAP

La recherche menée par CERGRENÉ et BURGEAP avait pour objet d'étudier la demande des ménages en services de distribution par points d'eau collectifs, les déterminants du choix de ce mode d'approvisionnement ainsi que les consommations individuelles à ces points d'eau et leurs déterminants. Elle s'est fondée sur un ensemble d'enquêtes réalisées entre 1994 et 1996 dans 14 villes ou centres secondaires répartis dans 4 pays (Niger, Bénin, Guinée, Mali, plus d'un millier de ménages enquêtés au total), couplées à un recueil systématique de données de service et d'investigations de terrain. Ces enquêtes ont été menées dans le cadre de deux études financées par le Ministère de la Coopération, l'une portant sur onze petits centres ou quartiers urbains au Bénin, au Niger et en Guinée (Etienne – 1996), l'autre sur trois villes du Mali (Morel à l'Huissier et Verdeil – 1996).

Les sites étudiés ont été choisis de manière à présenter la plus grande diversité possible sur le plan de l'approvisionnement en eau, tant au niveau des réseaux (exhaure thermique, photovoltaïque ou raccordés au réseau électrique urbain), que des points d'eau traditionnels (puits, citernes, marigots...). Ils regroupent différents types d'urbanisation (petits centres, quartiers urbains centraux, quartiers périphériques).

Au total, plus de 1200 entretiens par questionnaire ont été réalisées dans les enquêtes-ménages des deux études citées. Suivant les cas, le taux d'échantillonnage varie entre 3 et 12%. Les questionnaires ont été construits de façon à évaluer la manière dont les usagers apprécient le niveau de service aux bornes-fontaines (en termes de distance à parcourir, de

temps d'attente au point d'eau, de prix de vente de l'eau, de qualité de l'eau et d'entretien des bornes-fontaines et de leurs abords), les niveaux d'utilisation des installations et les consommations des ménages. La formulation des questions était identique dans les questionnaires des deux études. Les ménages ont été sélectionnés de manière aléatoire dans un rayon d'environ 500 mètres autour des points de distribution en ce qui concerne les petits centres, à l'intérieur du périmètre urbain en ce qui concerne les villes. Le choix de la personne à interroger à l'intérieur des concessions s'est fait sur les bases suivantes :

- 75% de femmes pour 25% d'hommes, car ce sont les femmes qui sont responsables de la gestion domestique de l'eau. Toutefois le sexe peut être un facteur discriminant dans les attitudes, les opinions ou les décisions à prendre en matière d'économie domestique et a été testé;
- Le chef de famille ou l'épouse du chef de famille, afin d'être sûr de s'adresser aux décideurs.

Les consommations issues des enquêtes ont été d'abord comparées aux données agrégées de service (mesurage). Puis l'on a mesuré les effets sur la consommation des différentes variables candidates à expliquer ces consommations : variables liées aux sources d'approvisionnement en concurrence (disponibilité dans le temps et dans l'espace, prix, qualité,...), variables ou indicateurs socio-économiques et variables liées au milieu.

Pour chaque variable numérique descriptive du service rendu (distance à parcourir pour s'approvisionner, prix de vente au point d'eau et temps d'attente), les « seuils d'insatisfaction » ou « seuil d'indifférence » ont été recherchés. Ce résultat est particulièrement intéressant pour le concepteur puisqu'il correspond à la valeur de la variable à partir de laquelle, en moyenne, les usagers ne sont plus satisfaits. Les facteurs explicatifs des variations observées entre les sites, notamment l'influence de la disponibilité de l'eau et du type de centre (petit centre, quartier urbain) ont également été recherchés.

1.2. Un « faisceau » de déterminants conjoints

Trois ensembles de caractéristiques influencent conjointement la volonté d'un aménagement d'utiliser ou de payer pour un mode d'approvisionnement en eau amélioré :

- Les caractéristiques socio-économiques et démographiques du ménage, y compris le niveau d'éducation et la profession de ses membres, la taille et la composition du ménage ainsi que ses revenus, dépenses et possessions ;
- Les caractéristiques des sources d'approvisionnement existantes ou traditionnelles d'une part, celles des services améliorés d'autre part. Ces caractéristiques incluent : le coût d'accès (à la fois financier et en temps de collecte), la qualité et la fiabilité de la source d'approvisionnement ;
- L'attitude des ménages envers la politique du gouvernement dans le secteur de l'approvisionnement en eau et leurs attentes en matière d'accès aux services publics.

La réponse d'un ménage à un nouveau système d'approvisionnement amélioré n'est pas due à un seul ensemble de déterminants à la fois mais à leurs effets conjoints. C'est cet effet

conjoint qui est modélisé dans l'analyse multivariée ou dans l'analyse factorielle des déterminants.

1.2.1. Le choix de recourir à des bornes-fontaines kiosques : l'exemple d'Ukunda (Kenya) et d'Onitsha (Nigéria)

L'analyse multivariée de l'utilisation de l'eau à Ukunda (Kenya), par exemple, illustre comment une famille de ce village décide d'acheter l'eau à un kiosque plutôt qu'à un revendeur-livreur à domicile ou plutôt que de la tirer d'un puits (Mu, Whittington et Briscoe - 1990). Les familles plus aisées, d'un meilleur niveau d'éducation ou comptant davantage de femmes utilisent plus volontiers le kiosque. Les kiosques sont davantage utilisés lorsque les sources alternatives (puits et revendeurs-livreurs) sont plus chères, plus éloignées, ou fournissent une eau de moins bonne qualité ; ils sont moins utilisés lorsque le prix de l'eau au kiosque et la distance à parcourir pour s'y approvisionner augmentent et lorsque le goût de l'eau du kiosque se dégrade (ces résultats sont basés sur une analyse des choix effectifs des ménages, pas sur leurs réponses à des questions d'évaluation contingente).

Le Tableau 1 ci-dessous détaille les coefficients du modèle de choix discret (type Logit) calé sur Ukunda. La variable dépendante est la probabilité qu'un individu choisisse un point d'eau ($Y = 1$ si le point d'eau est choisi, $Y = 0$ sinon).

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Test t</i>
Prix	-3,52	-2,67*
Temps total de collecte	-0,27	-3,45*
Goût	-0,50	-0,84
Revenu du ménage si mode approvisionnement = revendeur	+0,02	+0,78
Nb de femmes du ménage si mode approvisionnement = revendeur	-1,14	-2,24*
Scolarité de l'époux si mode approvisionnement = revendeur	+0,008	-0,19
Revenu de l'épouse	-0,03	-0,71
Nb de femmes du ménage si mode approvisionnement = puits	+0,42	+1,08
Scolarité de l'époux si mode approvisionnement = puits	-0,09	-1,52
Nombre d'observations	69	* = significatif au seuil de confiance de 95%
Chi-2 (7)	60,8	

Tableau 1 : Modèle Logit de la probabilité de choisir un point d'eau (Ukunda - Kenya)

Dans le même programme de recherches de la Water Research Team de la Banque Mondiale, une étude similaire a été menée à Onitsha (Nigeria). Le Tableau 2 présente les résultats de la modélisation multivariée (de type multinomiale) de la probabilité de choisir de s'approvisionner à un puits. La somme des probabilités de choisir chacune des 3 sources possibles (puits, borne-fontaine kiosque ou revendeur) égale 1.

Le temps d'attente et de remplissage ainsi que le prix ne diffèrent presque pas d'un ménage à l'autre et ne figurent donc pas dans le modèle. Ce dernier montre que:

- un goût de l'eau du puits jugé acceptable fait diminuer significativement la probabilité d'acheter l'eau aux revendeurs ou à la borne-fontaine ;
- les revenus n'ont pas d'effet significatif sur la probabilité de choix ;
- plus le niveau de scolarité est élevé, moins il est probable que le ménage utilise le puits ;
- plus le temps de collecte (de parcours) est important pour une source d'approvisionnement, moins il est probable qu'un ménage l'utilise ;
- plus le nombre de femmes dans le ménage est élevé, moins il est probable que ce dernier achète l'eau.

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Test t</i>
Achat auprès d'un revendeur (oui/non)	-5,92	-2,65*
Achat à une borne-fontaine kiosque (oui/non)	-3,70	-1,99*
Temps de collecte	-0,24	-3,17*
Goût de l'eau du puits jugé bon (oui/non)	-3,49	-2,30*
Nombre de femmes du ménage	-1,39	-2,65*
Niveau de scolarité élevé (oui/non)	-0,15	-1,92
Revenu du ménage si mode d'approvisionnement = revendeur	0,019	0,44
Revenu du ménage si mode d'approvisionnement = borne-fontaine kios	0,006	0,14
Nombre d'observations	69	* = significatif au seuil de confiance de 95%
Chi-2 (7)	62,5	

Tableau 2 : Modèle multinomial de la probabilité de choisir de s'approvisionner à un puits (Onitsha - Nigeria)

Dans ces deux études, seules deux variables communes se révèlent significatives dans le choix du mode d'approvisionnement : l'une relative aux caractéristiques des points d'eau (le temps de parcours, c'est-à-dire l'éloignement relatif des sources d'approvisionnement les unes par rapport aux autres), l'autre liée aux caractéristiques du ménage (le nombre de femmes dans le ménage). L'absence d'influence des revenus du ménage comme l'influence importante de la disponibilité d'une main d'œuvre féminine sont sans doute liées au fait que les deux sites étudiés sont des villages car, en milieu rural, les niveaux socio-économiques sont plus homogènes et les femmes, moins couramment occupées à des activités rémunératrices qu'en ville, peuvent être en plus ou moins grand nombre d'un ménage à l'autre.

1.2.2. Le choix de se raccorder au réseau : l'exemple de la région de Kerala (Inde)

En 1988, une étude centrée sur la volonté de payer pour l'eau dans un certain nombre de villages de l'état indien du Kerala a été menée par la Banque Mondiale et faisait partie du programme de recherche internationale sur la volonté de payer dans les zones rurales des pays en développement évoqué précédemment (World Bank Water Research Team - 1993).

En raison de l'apport de cette étude pour la comparaison des performances des différentes méthodes d'évaluation de la demande¹, nous développons ici cette étude de cas.

Cette étude comprenait des enquêtes d'évaluation contingente auprès des familles vivant dans trois types d'environnement hydrologique traditionnel vis-à-vis de l'approvisionnement en eau de boisson : ressources rares, ressources abondantes et ressources « salées » (avec intrusion saline). Des paires de communautés ont été sélectionnées dans chacun des trois types d'environnement hydrologique. Chaque paire comprenait une communauté de type A et une communauté de type B.

Les communautés du type A bénéficiaient déjà d'un réseau d'approvisionnement en eau. Parmi elles, deux catégories de ménages ont été enquêtées : ceux qui avaient déjà décidé de se

¹ Comparaison développée plus loin dans ce rapport - Voir infra Partie I.2.9 pages 107 et suivantes

connecter aux conditions de coûts et de tarifs existantes et ceux qui avaient décidé de ne pas se connecter. Aux ménages raccordés, il a été demandé s'ils resteraient abonnés sous diverses hypothèses de tarifs plus élevés que le tarif actuel. A ceux qui n'étaient pas connectés, il a été demandé s'ils se raccorderaient sous diverses hypothèses de niveaux de tarif et de coûts de raccordement.

Les communautés de type B, quant à elles, étaient dépourvues de réseau de distribution mais pouvaient espérer être desservies bientôt. On a soumis aux familles de ces communautés les mêmes questions qu'aux non raccordés des villages du type A. Dans chacun des deux types de sites et dans chaque type d'environnement hydrologique, on a également demandé aux ménages leur volonté de payer si la fiabilité du réseau était améliorée. Ainsi, l'impact de trois caractéristiques des réseaux de distribution – coûts de raccordements, tarifs et fiabilité - sur le choix de se raccorder a été mesuré à travers la méthode d'évaluation contingente. Dans cette première enquête de 1988, 1150 ménages ont été interviewés, distribués de façon approximativement égale entre les trois types d'environnement hydrologique, y compris la population entière des ménages raccordés dans les trois sites A, un échantillon de non raccordés dans les sites A et un échantillon de ménages potentiellement raccordables dans les sites B.

<i>Caractéristiques du site</i>	<i>Sites A : Source d'approvisionnement améliorée disponible</i>		<i>Sites B : Pas de source d'approvisionnement améliorée disponible</i>
	<i>Raccordés</i>	<i>Non raccordés</i>	
<i>Ressources en eau abondantes</i>			
Localité	Ezhuvathuruthy	Ezhuvathuruthy	Nannamukku
Nombre de ménages total	66	819	1497
Nombre de ménages enquêtés	66	100	200
<i>Ressources en eau rares</i>			
Localité	Elapully	Elapully	Elapully
Nombre de ménages total	86	723	876
Nombre de ménages enquêtés	86	100	200
<i>Ressources en eau abondantes avec intrusion saline</i>			
Localité	Ezhuvathuruthy	Ezhuvathuruthy	Vallikkunnu
Nombre de ménages total	98	768	1313
Nombre de ménages enquêtés	98	100	200
Nombre total des ménages enquêtés	250	300	600

Tableau 3 : Etude de Kerala (Inde) - Localisation et types des sites d'enquête, taille des échantillons

Un modèle économétrique multivariable isolant l'influence des caractéristiques des individus, des ménages et des communautés sur les réponses à la VDP a été estimé pour les trois variables de décision considérées (tarif mensuel, coût de raccordement et fiabilité) (Singh et al - 1993). L'estimation du modèle complet avait pour objectif d'isoler l'impact des variables de décision sur le choix de se connecter, puis de permettre la simulation de l'impact de variations de ces variables sur le nombre de raccordements demandés et, par conséquent, sur le bien-être des consommateurs.

Le tableau ci-dessous représente le modèle complet estimé par Singh et al, avec l'estimation des coefficients du modèle et les tests de Student (t).

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Test t</i>
Constante	-0,3009	(-1,28)
Tarif	-0,0605	(-20,31)
Coût de raccordement	-0,0010	(-13,21)

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Test t</i>
Fiabilité améliorée	-0,0582	(-1,11)
Distance à la source d'approvisionnement actuelle (mètres)	0,00002	(0,06)
Temps d'attente à la source d'approvisionnement actuelle (minutes)	0,0028	(1,54)
Revenu per capita (roupies)	0,00002	(1,93)
Le ménage a l'électricité	0,3345	(3,83)
Nombre de chambres dans le logement	0,0861	(3,50)
Des femmes du ménage sont fonctionnaires	-0,0997	(-0,57)
Des hommes du ménage sont fonctionnaires	0,1664	(1,78)
Ménage hindou	-0,1908	(-2,07)
Le chef du ménage est une femme	0,0569	(0,66)
L'enquêté est une femme	-0,2749	(-3,70)
Etudes primaires incomplètes	0,5092	(3,39)
Etudes primaires complètes	0,6293	(4,45)
Etudes secondaires incomplètes	0,9608	(6,51)
Etudes secondaires complètes	1,1325	(8,09)
Etudes supérieures	1,2898	(7,99)
Zone aux ressources en eau rares	0,3474	(3,54)
Zone aux ressources en eau salines	-0,2315	(-2,19)
Ménage non raccordé du site A	-0,3070	(-2,45)
Ménage du site B	-0,4921	(-3,87)
Pseudo R ²	0,28	
Nombre d'observations	9720	
Nombre de ménages enquêtés	1150	
Chi-2 (22)	3272	

Tableau 4 : Modèle Probit de la probabilité de choisir un robinet sur cour (Enquête Kerala 1988)

Le tarif mensuel apparaît comme un déterminant important de la volonté de payer des enquêtés pour un raccordement sur cour. Pour une augmentation de 1% du tarif mensuel, la probabilité de choisir un robinet sur cour décroît de presque 1,5%. Néanmoins, le coût initial du branchement paraît être un obstacle encore plus grand au raccordement, probablement en raison en des très fort taux d'intérêt en vigueur à l'époque. Alors qu'une augmentation du tarif mensuel moyen de 10 roupies provoquerait une diminution de 27% environ des probabilités de raccordement, une augmentation équivalente du coût de raccordement mensuel implicite ferait chuter cette probabilité de 82%.

Un autre résultat réside dans l'influence significative des caractéristiques du ménage. La décision de se connecter est affectée positivement et fortement par des variables autres que celles de décision : les revenus du ménage, ses possessions et son niveau de scolarité. La rareté des ressources en eau importe également. Les habitants des zones où l'eau est rare ont une probabilité bien plus importante de se connecter, toutes choses égales par ailleurs, que ceux des zones où l'eau abonde.

L'amélioration de la fiabilité ne s'est révélé importante que pour ceux qui sont déjà raccordés. Ceci indique qu'ils seraient prêts à payer significativement plus pour un service moins défaillant. Un meilleur service, cependant, n'affecte pas la probabilité que les non-raccordés se décident à se brancher au réseau.

Décrit ici pour son caractère explicatif, le modèle comportemental calé sur la demande contingente des habitants du Kerala a fait l'objet d'une évaluation de son pouvoir prévisionnel grâce à une seconde enquête réalisée trois ans plus tard sur les sites B par la même équipe après que le service y a été rendu disponible. La validité des prévisions permises par ce modèle de la demande est discutée plus loin².

² Voir infra Partie I.1.8 pages 63 et suivantes

1.3. L'approche holistique de la modélisation de la demande

Les modèles comportementaux décrits précédemment relèvent d'une approche réductionniste : ils décrivent la façon dont varie le *choix individuel* des ménages dans leur décision de recourir ou non à un mode d'approvisionnement donné. Les facteurs candidats à expliquer le choix d'un mode d'approvisionnement sont nombreux et, si les modèles sont robustes, la part de la variance totale expliquée demeure modeste, n'excédant pas 25 à 30%. De plus, on ne capte pas par cette approche l'effet nécessairement important de certains facteurs déterminants du choix qui peuvent très bien n'apparaître que par différenciation entre les sites, tels que la plus ou moins grande disponibilité de ressources alternatives au réseau (puits, sources, marigots, etc.), le prix pratiqué aux points d'eau collectifs, le caractère socio-géographique, etc.

L'approche que nous étudions ici consiste donc à tenter d'expliquer la variation de la demande non plus interindividuelle mais inter site (ville, quartier, petit centre) à partir de caractéristiques propres à ces sites ou représentant une valeur moyenne de certaines caractéristiques des ménages ou des sources d'approvisionnement sur ces sites. C'est ce que nous appelons *l'approche holistique*.

1.3.1. Le modèle de Meroz (1968)

La première tentative d'une telle approche (Meroz - 1968) a consisté à compiler des données de seconde main et d'une fiabilité très discutable sur 38 villes d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine pour tenter d'expliquer la consommation moyenne des ménages *raccordés* à partir du prix moyen de l'eau, du revenu moyen des ménages et des caractéristiques climatiques des villes.

Comme il ne lui était pas possible de disposer de données précises et fiables sur les consommations, sur les revenus ni les taux de desserte réels (issues d'enquêtes récentes ou collectées suivant une procédure homogène), Meroz a calculé les premières en divisant la *production* totale (minorée de la consommation industrielle et de la consommation aux bornes-fontaines) par la population bénéficiant d'un branchement particulier, estimé les seconds par le PNB par habitant et assimilé les troisièmes aux taux de raccordement (négligeant ainsi les dessertes indirectes). L'estimation du prix moyen de l'eau était encore plus grossière puisqu'il était calculé comme la recette moyenne par unité consommée, alors que les tarifs pratiqués étaient souvent forfaitaires (absence de mesurage).

Le modèle obtenu était le suivant :

$$\text{Log } Q = \text{Log } 1,82 - 0,43 \text{ Log } P + 0,41 \text{ Log } Y \quad (R^2 = 0,49)$$

(4,3) (4,1)

où les nombres entre parenthèses sont les tests t de Student, Q est la consommation spécifique, P le prix de l'eau et Y le revenu moyen par habitant.

En dépit des limitations soulignées plus haut, dont l'auteur était très conscient, le modèle obtenu était donc robuste et, avec une élasticité de la demande au prix de -0,43 et une élasticité aux revenus de +0,41, obtenait des valeurs très proches de celles obtenues dans des pays industrialisés par des études plus rigoureuses.

1.3.2. Un modèle explicatif du taux de recours aux revendeurs de voisinage

A partir d'études de cas concernant la revente de l'eau, qui se sont multipliées au début des années 90 sous l'impulsion de la Water Research Team de la Banque Mondiale (Whittington et al. - 1987 ; Whittington et al. - 1990 ; Whittington et al. - 1991 ; Lovei et Whittington - 1992 ; etc.), Whittington et Choe (1992) ont proposé un modèle explicatif robuste et séduisant du taux d'utilisation des revendeurs d'eau. Pour chacun des 17 sites pris en compte (villes ou petits centres d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine), les auteurs ont défini et calculé un indicateur ordinal, pouvant prendre les valeurs 0 à 10, mesurant l'adéquation des sources d'approvisionnement en eau sur la base de critères à la fois objectifs et subjectifs. Cet indicateur cumule et agrège les variables binaires et dichotomiques (0/1) listées dans le Tableau 5 :

Système amélioré : privé	Branchements particuliers, sur cour ou pompes manuelles	Oui = 1 / Non = 0
	Fiabilité	Oui = 1 / Non = 0
	Qualité de l'eau	Bonne = 1 / Mauvaise = 0
Système amélioré : public	Bornes-fontaines, pompes manuelles, forages	Oui = 1 / Non = 0
	Fiabilité	Oui = 1 / Non = 0
	Qualité de l'eau	Bonne = 1 / Mauvaise = 0
Sources traditionnelles	Puits, sources, marigots, etc	Nombreux = 1 / Rares = 0
	Fiabilité (permanence)	Oui = 1 / Non = 0
	Temps de parcours moyen	< 1 heure = 1 / > 1 heure = 0
	Qualité de l'eau	Bonne = 1 / Mauvaise = 0

Tableau 5 : Définition d'un indicateur de la situation de l'approvisionnement en eau

L'ajustement par régression aux moindres carrés du taux de recours aux revendeurs sur cet indicateur selon la fonction suivante constitue un modèle robuste ($R^2 = 0,46$) :

$$Y = 0,93 * 10^{-0,21X}$$

Il apparaît donc une relation claire : la revente de l'eau est plus répandue dans les villes ou les centres où les ménages ont peu d'alternatives satisfaisantes pour s'approvisionner en eau, c'est-à-dire où l'indicateur obtient une note faible. De plus, les auteurs parviennent à expliquer de façon satisfaisante les 6 cas qui s'écartent le plus de la courbe d'ajustement, notamment par l'effet du revenu. Par exemple, dans trois localités où l'indicateur a une valeur faible, le recours aux revendeurs devrait être sensiblement supérieur mais il s'agit de 3 des zones les plus pauvres de l'échantillon.

1.3.3. Facteurs déterminants du choix d'utiliser les points d'eau collectifs dans les petits centres et quartiers urbains d'Afrique de l'Ouest

Grâce à la possibilité que nous avons eue de produire de façon contrôlée et homogène nos propres données lors de nos enquêtes en Afrique de l'Ouest, nous avons tenté de modéliser de façon analogue les consommations spécifiques aux points d'eau collectifs et les taux d'utilisation de ces derniers³.

Pour chaque quartier urbain et chaque centre ayant fait l'objet des enquêtes BURGEAP et CERGRENE ont été calculés à partir des résultats de ces dernières, croisés avec les données de service, les taux d'utilisation des bornes-fontaines en saison sèche et en saison des pluies pour l'alimentation en eau de boisson et pour celle destinée à la lessive (Etienne J. - 1996 ; Morel à l'Huissier - 1997). *Ces taux d'utilisation ont été rapportés au nombre de ménages non raccordés, et non à la population totale du quartier ou du centre.*

1.3.3.1. L'utilisation des points d'eau en saison sèche

Le recours aux bornes pour l'eau de boisson s'est révélé être presque partout très élevé, même lorsque des sources d'approvisionnement traditionnelles sont disponibles⁴. Cette insuffisance de différenciation explique que la modélisation du taux d'utilisation des bornes pour la boisson en saison sèche n'a pas donné de résultats satisfaisants.

En revanche, le taux d'utilisation des bornes pour l'eau de lessive en saison sèche varie considérablement d'un site à l'autre, couvrant virtuellement toutes les valeurs de 0 à 100%. Parmi l'ensemble des variables candidates à expliquer ces variations, deux seulement leurs sont statistiquement liées de façon significative au seuil habituel de confiance : la rareté des puits⁵ d'une part, le prix de vente de l'eau d'autre part. La première explique à elle seule 26% de la variance totale du taux d'utilisation, la seconde 17% suivant un modèle linéaire et 22% suivant un modèle logarithmique.

Globalement, le modèle bivarié suivant explique 41% (R^2) de la variance totale du taux d'utilisation des bornes pour l'eau de lessive en saison sèche :

$$\text{UTILBF}_{\text{lessive, saison sèche}} = 2,29 + 0,36.Puits - 0,72.Log_{10}(Prix)$$

Où :

- $\text{UTILBF}_{\text{lessive, saison sèche}}$ désigne le taux d'utilisation des bornes-fontaines (en % de la population non raccordée) pour l'eau de lessive en saison sèche ;
- $Puits = 1$ si les puits sont rares, 0 s'ils sont abondants ;
- $Prix$ désigne le prix moyen de vente de l'eau (en Frs CFA par m^3) aux bornes-fontaines de la zone.

L'erreur type du modèle de régression s'élève à 28%.

³ Voir méthodologie supra Partie I.1.1.2 page 26

⁴ Ces dernières pouvant cependant tarir en fin de saison sèche, ce qui n'a pas été pris en compte dans notre étude, mais pourrait constituer une variable discriminante

⁵ Variable dichotomique appelée *Puits* pouvant prendre la valeur 1 (= oui, c'est-à-dire puits rares) ou 0 (= non, c'est-à-dire puits abondants)

Les modèles univariés selon le prix et la rareté des puits sont respectivement les suivants :

- $UTILBF_{\text{lessive, saison sèche}} = 0,82 - 6,22.10^{-4}.Prix$ ($R^2=0,17$)
- $UTILBF_{\text{lessive, saison sèche}} = 0,44 + 0,41.Puits$ ($R^2=0,26$)

Ceci signifie qu'en moyenne :

- Une augmentation de 100 Frs CFA du prix de vente de l'eau provoque une diminution de 6% de la proportion des ménages non raccordés recourant aux bornes pour leur approvisionnement en eau de lessive en saison sèche ;
- 44% des ménages recourent aux bornes-fontaines pour leur approvisionnement en eau de lessive en saison sèche lorsque les puits sont abondants, et cette proportion passe à 85% lorsque ces derniers sont rares.

1.3.3.2. L'utilisation des points d'eau en saison des pluies

Les enquêtes effectuées dans les trois villes maliennes n'ont pas inclus de question sur les modes d'approvisionnement en saison des pluies.

Sur les seuls centres secondaires, le taux d'utilisation des bornes-fontaines est considérablement plus faible en saison des pluies, que ce soit pour l'eau de boisson ou pour les autres usages. Les effets de la concurrence sur les taux d'utilisation des bornes-fontaines se font en effet sentir car la disponibilité des sources alternatives aux bornes-fontaines est plus forte : le recueil d'eau de pluie est largement pratiqué (dans des récipients ou stockage des eaux de ruissellement dans des citernes), mais aussi le recours à des puits qui tarissent pendant la saison sèche.

Comme pour le recours aux bornes en saison sèche, la disponibilité des puits apparaît comme la principale variable explicative des variations observées entre les petits centres : seul 1 ménage sur 2 boit l'eau des bornes-fontaines en saison des pluies lorsque les puits sont rares (contre 100% en saison sèche) et cette proportion s'effondre à 16% seulement en cas d'abondance des puits.

Distance moyenne à parcourir pour aller s'approvisionner aux bornes et prix de vente moyen sont également significativement liés au taux d'utilisation des bornes en saison des pluies et les parts de variance expliquées par ces deux variables sont remarquablement élevées : respectivement 60% et 63% selon un modèle d'ajustement logarithmique. Néanmoins, le trop petit nombre d'observations sur lesquelles ce modèle est calé ne permet pas d'obtenir des intervalles de confiance acceptables sur les coefficients des modèles univariés obtenus.

1.3.3.3. Des modèles explicatifs convenables mais inutilisables à des fins de prévision

Globalement, les analyses de variance effectuées sur les données recueillies éclairent de façon satisfaisante les causes des variations importantes observées d'un site à l'autre et d'une saison à l'autre pour les taux d'utilisation des points d'eau collectifs. Les modèles développés sont robustes et les proportions de variance expliquées (R^2) sont remarquablement élevées pour ce

type de fonctions. Les modèles développés ne permettent cependant pas encore, en raison d'un nombre trop faible de mesures, de passer du stade cognitif au stade prédictif.

1.4. Influence des caractéristiques socio-économiques et démographiques

Ce paragraphe résume les résultats de la recherche de la Water Research Team (Banque Mondiale) sur la façon dont les caractéristiques socio-économiques et démographiques influencent la demande des ménages pour un approvisionnement amélioré.

1.4.1. Revenu et possessions

Un paradigme de la gestion de l'eau stipule que les ménages ne peuvent payer que très peu voire pas du tout pour des services améliorés d'approvisionnement en eau ; un second tient pour acquis qu'ils sont prêts à payer 3 à 5%. L'étude montre que ces règles ne décrivent que très imparfaitement la demande effective des ménages ruraux pour des services améliorés d'approvisionnement en eau, que la volonté de payer ne dépend pas seulement du revenu, mais également des caractéristiques des modes approvisionnements existants et améliorés. Le plus souvent, le revenu n'est pas même le déterminant principal ; le pourcentage de revenus (taux d'effort) qu'un ménage est disposé à consentir peut varier très largement. Les exemples suivants illustrent ce point :

- Dans le district de Chihota (Zimbabwe), où les sources existantes sont relativement accessibles, les villageois ne sont prêts à payer que moins de 0,5 % de leurs revenus pour accéder à un puits amélioré ;
- Dans l'Etat de Parana (Brésil), de nombreux ménages refusent de payer quoique ce soit pour des bornes-fontaines, mais se déclarent disposer à consacrer 2% de leur revenus pour avoir un branchement dans leur cour ;
- Dans le Sud d'Haïti, les ménages sont disposés à consacrer seulement 1% environ de leurs revenus pour des bornes-fontaines et environ 2% pour un branchement particulier ;
- A Ukunda (Kenya), les ménages consacrent déjà environ 9% de leurs revenus à l'achat de l'eau aux kiosques et aux revendeurs-livreurs ;
- Dans l'Etat d'Anambra (Nigeria), de nombreux ménages allouent 10% de leurs revenus à l'achat d'eau auprès des revendeurs de voisinage pendant la saison sèche.

Lorsque l'élasticité de la demande aux revenus a pu être calculée (ceci n'a pas été possible dans toutes les études de cas en raison de la difficulté d'obtenir des données fiables sur les revenus), elle s'est avérée uniformément basse : - 0,15 au Brésil, 0,14 en Inde, 0,07 au Zimbabwe et 0,06 au Kenya. Ces résultats suggèrent qu'une augmentation de 10% des revenus domestiques provoquerait une augmentation d'environ 1% de la probabilité qu'un ménage choisisse un système amélioré d'approvisionnement en eau. Globalement, les résultats montrent que le revenu des ménages, quoique souvent important, n'est pas le déterminant prépondérant de la demande pour des services améliorés.

1.4.2. Education

On pourrait s'attendre à ce que, lorsque le niveau d'éducation des membres du ménage augmente, ces derniers soient plus conscients des bénéfices sanitaires liés à la consommation d'eau potable et, de ce fait, plus enclins à utiliser des services améliorés lorsque ceux-ci sont disponibles. Lorsqu'ils ne le sont pas, on s'attendrait à ce que ces ménages soient prêts à payer davantage pour les obtenir que les ménages au niveau d'éducation plus bas. Et parce que les ménages plus éduqués pourraient, pour toutes sortes de raisons, avoir des coûts d'opportunité plus élevés pour le temps passé à la collecte de l'eau hors de la maison, ils pourraient bien être disposés à payer plus que d'autres ménages pour un service amélioré.

Les résultats empiriques confirment généralement que les ménages expriment une volonté de payer pour des services améliorés qui croît avec leur niveau d'éducation. Les études d'évaluation contingente menées dans la zone d'eau douce du Punjab montrent qu'un ménage dont la durée de scolarité du membre le plus éduqué est supérieure à 5 ans, avait une volonté de payer environ 25% plus élevée pour un branchement particulier que celle d'un ménage comparable n'ayant pas un tel membre. Au Nigeria, 5 années supplémentaires de scolarité accroissent la volonté de payer d'un ménage d'environ 50%, à la fois pour les bornes-fontaines et pour les branchements particuliers. Au Brésil, une famille dont le chef a passé de 1 à 5 ans à l'école a une probabilité de se connecter au réseau supérieure de 7 % à celle d'une famille au chef sans aucune éducation. Une famille dont le chef a terminé son cycle primaire a une probabilité de se connecter au réseau de distribution 6% supérieure à celle d'une famille dont aucun des membres ne l'a achevé. Terminer son cycle secondaire accroît la probabilité de se connecter de 13% supplémentaire. Au-delà, tout accroissement dans le niveau d'éducation a peu d'effet.

1.4.3. Sexe

Pour tester comment le genre (sexe) de l'enquêté influence la volonté de payer du ménage pour des services en eau améliorés, hommes et femmes ont été enquêtés dans quatre des études d'évaluation contingente. Parce que les femmes supportent presque universellement la tâche de la quête de l'eau, les sociologues qui étudient la gestion domestique de l'eau supposent que les femmes attachent davantage d'importance à la fourniture d'eau améliorée que les hommes et qu'elles seraient donc disposées à payer plus pour de telles améliorations. Cependant, dans de nombreuses cultures, les femmes n'ont pas un contrôle équivalent à ceux des hommes sur les ressources financières du ménage ou y accèdent moins aisément.

Lorsqu'elle est interrogée sur ce que son ménage serait disposé à dépenser pour un approvisionnement amélioré, une femme peut être réticente ou incapable d'engager ainsi le ménage dans une obligation financière substantielle, même si, à son avis, l'amélioration en vaudrait la dépense. De ce fait, le sens dont le genre peut influencer la volonté de payer des individus pour des services améliorés n'est pas ressorti clairement des enquêtes de la Water Research Team de la Banque Mondiale.

Dans toutes les quatre études d'évaluation contingente où cet effet a été testé, le genre de l'enquêté s'est avéré être un déterminant statistiquement significatif. En Tanzanie et en Haïti, les enquêtées se déclaraient disposées à payer davantage pour accéder aux bornes-fontaines que les enquêtés, mais c'était le contraire au Nigeria et en Inde. Au Nigeria, la volonté de payer des femmes pour les bornes-fontaines et les branchements privés était inférieure de

moitié à celle des hommes. En d'autres termes, le genre de l'enquêté apparaît avoir une influence importante dans la volonté de payer qu'expriment les ménages mais le sens de cette influence dépend du contexte culturel spécifique.

1.4.4. Facteurs socioprofessionnels

L'effet de la profession (CSP) sur la volonté de payer pour des services améliorés était contrasté. En Haïti, les familles de fermiers étaient disposées à payer moins que les autres pour accéder à une borne-fontaine. Au Brésil, les enquêtés travaillant dans le secteur formel avaient une volonté de payer environ 15% supérieure à ceux du secteur informel. En Inde, les fonctionnaires étaient davantage disposés à se connecter au système de distribution que les ménages dans lesquels aucun membre ne travaillait pour le gouvernement. Au Pakistan et au Nigeria, l'enquête n'a révélé aucune différence entre les ménages de fermiers et les autres dans leur demande pour des services améliorés.

1.4.5. Taille et composition des ménages

De façon surprenante et inattendue, la modélisation multivariée a rarement révélé d'effet significatif de la taille de la famille ou de sa composition sur la volonté de payer des ménages pour des services améliorés. Ceci était vrai des variables telles que : la taille du ménage, la proportion de femmes adultes dans la famille, la proportion d'enfants dans la famille, l'âge de l'enquêté, sa religion, et l'expérience professionnelle en dehors de la communauté (par exemple lorsqu'un membre du ménage a travaillé à l'étranger).

1.5. Influence des caractéristiques des modes d'approvisionnement existants et améliorés

C'est la *différence* entre ce que les gens ont et ce qu'ils s'attendent à recevoir qui affecte leur demande pour des services « améliorés ». Pourtant, les paradigmes de la gestion de l'eau ignorent le fait que la volonté de payer des ménages pour un service d'approvisionnement en eau amélioré dépend autant des caractéristiques des alternatives existantes que des caractéristiques des systèmes améliorés. Le programme de recherche de la Water Research Team de la Banque Mondiale a évalué les effets des coûts, de la qualité, de la régularité de l'approvisionnement (fiabilité) et du niveau de service sur la demande des ménages pour des services améliorés.

1.5.1. Coût

La théorie classique de la demande du consommateur (et le sens commun) suggère que le ménage est prêt à payer davantage pour un approvisionnement amélioré si les coûts, en temps et en argent, nécessaires à l'approvisionnement aux sources existantes sont élevés que si ces coûts sont bas. Les études de cas de la Water Research Team ont démontré que leur influence est substantielle :

- Dans la zone aride du Punjab (Inde), les ménages vivant à proximité d'un ruisseau pérenne ont une volonté de payer pour une connexion particulière trois fois moins élevée que celle des villageois vivant éloignés des sources traditionnelles fiables.
- En Haïti, la volonté de payer des ménages pour un raccordement privatif croît d'environ 40% si la distance à parcourir pour s'approvisionner à leur source actuelle augmente d'un kilomètre.
- Au Kenya, une augmentation de 10% du prix de l'eau pratiqué par les revendeurs ou du temps requis pour collecter l'eau à un puits communautaire se traduit par une augmentation de 2% de la probabilité qu'un ménage achète l'eau à une borne-fontaine.
- Dans les villages du Punjab, presque tous les ménages avaient installé une pompe à main privée dans leur maison ou dans leur « compound », qu'ils résident dans des zones où l'eau est saumâtre dans des zones à eau douce. Beaucoup avaient aussi installé une pompe électrique pour refouler l'eau de la nappe dans un réservoir de stockage surélevé, qui fournissait de l'eau aux robinets à l'intérieur de la maison. De tels ménages ont répliqué les services d'eau à la disposition de ceux qui sont raccordés à un système public. Comme ils avaient pour l'essentiel résolu ainsi leurs problèmes d'approvisionnement, ces ménages étaient beaucoup moins disposés à payer pour un système public que ceux qui n'avaient pas déjà réalisé de tels investissements.
- Au Brésil les ménages vivant dans des zones où l'eau est abondante étaient, toutes choses égales par ailleurs, disposés à payer 22% de moins pour un raccordement privatif que les ménages vivant dans une zone aride.

« Toutes choses égales par ailleurs » est une réserve importante pour tous ces résultats. Il n'est pas universellement vrai que les gens vivant dans des zones où l'eau est abondante sont disposés à payer moins que ceux pour lesquels les alternatives existantes sont rares, parce que les premiers peuvent avoir des niveaux d'éducation ou de revenus supérieurs (où les deux), qui accroissent leur volonté de payer. Par exemple, les habitants du Sud-Est du Brésil, aux ressources hydriques abondantes, se sont avérés disposés à payer beaucoup plus pour des systèmes améliorés que ceux des contrées très pauvres et sèches du Sud de la Tanzanie.

La théorie économique suggère que plus une source d'eau améliorée est coûteuse en capital, en coûts financiers récurrents et en temps, moins il est probable qu'un ménage la choisisse.

Cette hypothèse est confirmée dans toutes les études de cas de la Water Research Team. L'élasticité de la demande pour des sources améliorées par rapport au tarif mensuel (c'est-à-dire le pourcentage de diminution qu'entraîne un accroissement de 1% du tarif mensuel sur la probabilité d'utilisation de cette source) est souvent étonnamment élevée, tant pour les bornes-fontaines (-0,7 au Zimbabwe et -0,4 au Kenya) que pour les raccordements privatifs (-1,5 en Inde, -0,7 au Brésil et -0,7 au Pakistan). Pour le Pakistan et l'Inde, les données collectées ont permis de calculer l'élasticité de la demande pour des sources améliorées vis-à-vis des coûts et charges initiales de raccordements : - 0,3 en Inde et - 0,2 dans les zones à eau douce du Punjab (Inde), - 0,1 dans les zones à eau saumâtre. Ces résultats indiquent que les ménages répondent à la fois aux tarifs mensuels et aux charges de raccordement initial de la façon suggérée par la théorie économique. Ils montrent aussi que ces effets sont souvent mesurables.

Dans les pays en développement, de nombreuses femmes passent une proportion significative de leur journée à transporter l'eau depuis leurs sources d'approvisionnement jusque chez elles. Un des principaux bénéfices de l'amélioration des systèmes de desserte en eau telles que les robinets domiciliaires, les pompes à main et les bornes-fontaines réside dans la réduction

du temps parfois considérable que passent les femmes à recueillir et surtout à transporter l'eau (Churchill et al - 1987). Le temps ainsi économisé peut être consacré à d'autres usages productifs tels que des tâches agricoles, un emploi salarié, l'éducation des enfants ou la préparation des repas (Curtis - 1986 ; Cairncross et Cliff -1987).

Dans une étude réalisée dans le Cercle de Douentza au Mali (Vézina - 1992), les choix fondés sur la volonté des ménages de payer pour s'approvisionner aux bornes-fontaines ont été comparés avec les comportements avérés d'utilisation de ces points d'eau. 74% des 62 ménages enquêtés achètent leur eau de boisson et de cuisine aux bornes-fontaines, les autres s'approvisionnent à des puits privatifs ou communautaires. La volonté de payer des premiers est supérieure à la moyenne et celle des seconds inférieure mais l'écart n'est pas significatif. Le facteur le plus discriminant et significatif entre les deux sous-groupes est la distance relative séparant un ménage des deux typés de sources d'approvisionnement (bornes-fontaines et puits).

Parce que différentes améliorations des systèmes d'approvisionnement en eau entraînent des réductions différentes du temps passé à s'approvisionner, le choix d'un niveau de service implique un compromis entre des coûts accrus et les bénéfices de la réduction du temps passé à transporter l'eau par les membres de la communauté (typiquement les femmes). Le choix de la technologie la plus appropriée pour une communauté donnée peut ainsi être largement influencé par la valeur que les ménages attribuent à ce temps de transport.

Il y a cependant peu de preuves empiriques concernant la valeur que les gens accordent au temps qu'ils consacrent à la collecte de l'eau. Dans sa méthodologie d'évaluation de projets d'approvisionnement en eau, la Banque de Développement Interaméricaine suppose que les économies de temps devraient être évaluées à 50% du coût du travail non qualifié dans l'économie locale. Il n'y a cependant pas de justification empirique de cette hypothèse. Des estimations de la valeur du temps obtenue à partir des études du choix des modes de transport des populations des pays développés indiquent que celles-ci évaluent typiquement les temps de transport à un niveau inférieur à celui-ci du coût du travail (Bruzelius - 1979 ; Yucel - 1975), mais il est permis de douter de la pertinence d'utiliser ces résultats pour estimer les économies temporelles résultant d'une amélioration du service de l'eau dans les pays en développement.

Cette estimation a été tentée par deux méthodes différentes sur la base des données de l'enquête de volonté de payer menée par la Water Research Team de la Banque Mondiale à Okunda (Kenya). Les résultats indiquent que les ménages de ce village attribuent une valeur étonnamment élevée au temps qu'ils passent à collecter l'eau, une valeur approximativement équivalente au coût du travail non qualifié (Whittington et al. - 1990).

Une analyse analogue pourrait être menée à partir des données collectées sur les sites d'enquête de l'étude BURGEAP / CERGRENE, de façon à valider ces conclusions.

1.5.2. Qualité de l'eau perçue

Les résultats empiriques sont conformes à l'hypothèse selon laquelle les ménages devraient être d'autant plus enclins à payer pour une source améliorée lorsque la qualité perçue de la source existante est médiocre. Dans quelques cas, cet effet a pu être mesuré. Par exemple, les

ménages du Kerala (Inde) vivant dans les zones où les nappes sont salées exprimaient une volonté de payer 30% supérieure à celle des ménages bénéficiant d'eaux souterraines de bonne qualité. Dans la région d'eau saumâtre du Punjab, l'eau fournie par les pompes à main privées était salée et souvent impropre à la boisson. Dans les villages dépourvus de réseaux d'eau, 62% des ménages avaient installé des moteurs électriques sur leur puits pour extraire une eau de meilleure qualité des aquifères plus profonds et pour bénéficier de l'avantage d'avoir une plomberie interne dans leur logement. Dans la zone à eau douce, ce chiffre se montait à 30% seulement.

Dans d'autres localités, la qualité des ressources alternatives était un déterminant statistiquement significatif de la volonté de payer des ménages pour des services améliorés, mais les effets en étaient peu substantiels. En Haïti, par exemple, les ménages qui qualifiaient la qualité de leurs ressources en eau existantes de « médiocre » étaient prêts à payer environ 10% de plus pour un branchement domiciliaire que ceux qui la trouvaient « satisfaisante » ou « bonne ». L'effet était également faible au Kenya.

1.5.3. Fiabilité

La fiabilité est un déterminant crucial : les ménages sont typiquement disposés à payer bien davantage si l'eau d'une source améliorée est disponible de façon permanente. Dans deux des zones d'étude de la Water Research Team, l'Inde et le Pakistan, les systèmes existants gérés par le gouvernement fournissaient l'eau de façon sporadique, pendant quelques heures seulement chaque jour, voire pas du tout certains jours. Cette absence de fiabilité était à l'origine d'une insatisfaction considérable. Par exemple, seulement 17% des ménages indiens déjà raccordés au réseau de distribution s'estimaient satisfaits du système. A l'opposé, 62% de ceux qui n'étaient pas connectés exprimaient leur satisfaction vis-à-vis de leur mode d'approvisionnement en eau.

En Inde comme au Pakistan, les ménages des villages équipés de réseaux ont été interrogés sur leur volonté de payer pour un service plus fiable. Dans la zone d'eau saumâtre du Punjab, les tarifs, le nombre de ménages connectés au système ainsi que les revenus pouvaient tous être augmentés de façon substantielle si un service plus régulier était offert.

Une meilleure fiabilité signifie aussi que les gens peuvent être moins préoccupés à obtenir de l'eau et se consacrer à d'autres tâches. Au cours d'une étude à Newala (Tanzanie), l'équipe de la Banque Mondiale était arrivée dans un village en voiture en milieu de journée et avait trouvé une file d'attente d'une dizaine de femmes à une borne-fontaine. Comme ils arrivaient de la station de pompage à quelques kilomètres de là, ils savaient que l'eau n'était pas distribuée dans ce village depuis plusieurs semaines, aussi se sont-ils arrêtés pour demander aux femmes pourquoi elles attendaient à ce point d'eau. Elles répondirent qu'elles avaient entendu une rumeur selon laquelle l'eau reviendrait dans la journée et qu'elles attendaient au robinet depuis les premières heures de la matinée. Mais comme la source d'eau traditionnelle se situait à plusieurs heures de marche, elles devaient décider rapidement si elles allaient continuer à attendre à la borne ou bien entreprendre le long parcours en direction de la source traditionnelle. Elles furent très reconnaissantes d'apprendre par l'équipe que l'eau n'arriverait définitivement pas dans le courant de la journée.

Dans l'étude réalisée dans le Cercle de Douentza au Mali (Vézina - 1992), 75% des ménages d'approvisionnement aux puits ont exprimé une volonté de payer pour s'approvisionner aux

bornes-fontaines supérieure ou égale au tarif en vigueur à ces points d'eau à condition que le service soit plus fiable et la gestion sans reproche.

1.5.4. Niveau de service

Presque toutes les études se sont penchées sur la demande des ménages pour chacun des deux niveaux de service amélioré suivants : bornes-fontaines et raccordements privés (ou branchements sur cour). Dans la plupart des cas, la volonté de payer pour des branchements privés était largement supérieure à la volonté de payer pour une borne-fontaine : de 100% au Nigeria ; de 130% dans la zone aride du Punjab. Au Brésil et en Inde, de même, les ménages ne manifestaient aucun enthousiasme pour les bornes -fontaines mais acceptaient de payer pour des branchements individuels. Ce n'est qu'en Haïti que la différence pouvait être considérée comme modeste (la préférence était environ 25% plus élevée pour les branchements privés que pour les bornes-fontaines). Parfois les points d'eau publics « améliorés » étaient même perçus comme un désavantage. A Ukunda (Kenya), quelques ménages s'alarmèrent lorsque les chercheurs commencèrent leur travail de terrain parce qu'une rumeur courut selon laquelle des pompes à main seraient installées sur les puits publics. Les villageois s'inquiétaient des risques que les pompes tombent en panne, les privant alors de toute possibilité de puiser l'eau.

1.5.5. Attitudes envers la gestion gouvernementale du service public d'eau

Les études menées dans l'Etat d'Anambra (Nigeria) fournirent la solution d'une énigme. Les ménages y dépensaient déjà beaucoup d'argent pendant la saison sèche pour acheter l'eau à des revendeurs motorisés (camions-citernes) et à des voisins, en moyenne \$6 par mois, soit 6 à 10% de leurs revenus annuels. Pourtant, lorsqu'ils étaient interrogés sur leur volonté de payer pour accéder à une borne-fontaine ou à un raccordement privé au réseau de distribution, ils indiquaient des montants significativement inférieurs à ce qu'ils dépensaient déjà pour l'achat d'eau. Par exemple, 30% des enquêtés consacraient mensuellement \$7 à l'achat d'eau aux revendeurs ou aux livreurs en saison sèche mais seulement 2% acceptaient de payer au moins le même montant pour bénéficier d'un branchement privé. La raison majeure de cette attitude apparemment contradictoire résidait dans le fait que beaucoup d'enquêtés estimaient avoir droit à une eau gratuite ou subventionnée et pensaient qu'il était du devoir du gouvernement de fournir à leur village un nouveau système de distribution d'eau. Les enquêtés qui préféraient « attendre l'aide du gouvernement » avait une volonté de payer 30% inférieure à celle des enquêtés qui exprimaient une vue plus réaliste des capacités de l'état.

L'effet du sentiment de « droit à l'eau » ou de « droit à des services publics améliorés » sur la volonté de payer des ménages est une question soulevée également par d'autres études. Au lendemain de l'indépendance du pays, le premier gouvernement congolais promit de fournir gratuitement l'eau à la population. Il en résulta quelques années plus tard de grandes résistances à l'introduction d'une politique de bornes-fontaines payantes (Dianzinga - 1984). De même, au Zimbabwe, le gouvernement du jeune état indépendant avait fait des promesses aux paysans pendant la guerre de libération et la vaste majorité des ménages considéraient désormais qu'il était du devoir de l'Etat de leur fournir l'eau (Robinson -1988). Dans les pays

où l'indépendance est relativement ancienne et l'histoire des promesses non tenues assez longue, les gens manifestent souvent un profond cynisme au sujet de la capacité du gouvernement à fournir un service de l'eau gratuit de qualité raisonnable. Ces doutes se manifestent de plusieurs façons. Dans l'étude de cas du Kerala, on demanda aux ménages s'ils se connecteraient à un réseau dont on leur dit qu'il était à l'étude. De nombreux enquêtés firent remarquer que des canalisations avaient bien été mises en place dix ans plus tôt dans le cadre d'un plan d'urgence pour faire face à la sécheresse mais que ce réseau n'avait jamais été opérationnel. Lorsque les enquêteurs affirmaient que les autorités avaient commandé cette étude pour un nouveau réseau, ils leur répondaient que « seules les élections allaient venir, pas l'eau ». Au Punjab, les ménages qui vivent dans des centres déjà dotés d'un réseau de distribution d'eau se montrèrent extrêmement sceptiques lorsqu'on les interrogea sur leur volonté de payer pour bénéficier d'un système plus fiable et acceptèrent des niveaux de participation financière très en deçà de ceux des villageois qui vivaient dans des centres n'ayant pas connu cette mauvaise expérience.

En Tanzanie, l'« eau gratuite » avait été une promesse majeure du premier gouvernement au moment de l'Indépendance mais, après trois décennies de recul, plus de la moitié des ménages enquêtés dans le district de Newala exprimaient le sentiment que le gouvernement ne devrait *pas* être responsable d'une fourniture d'eau gratuite. Les ménages qui avaient renoncé à l'espoir d'obtenir l'eau gratuite acceptaient de payer 20% de plus que ceux qui croyaient encore que c'était la responsabilité du gouvernement. En fait, durant la période d'administration britannique des années 50 et 60, les coûts d'exploitation et de maintenance de l'ancien réseau d'eau du district de Newala (le réseau de Makonde) étaient recouverts grâce à la vente de l'eau qui s'effectuait au détail (seaux) à des kiosques. Typiquement, chaque village avait son kiosque, où un gardien contrôlait la vente. Ce système de paiement au seau fut aboli en 1969. Depuis lors, l'eau est fournie gratuitement mais le service souffre de nombreux dysfonctionnements, en partie dus à la pénurie de ressources financières pour couvrir les frais d'exploitation. Les kiosques abandonnés qui s'élèvent au centre des villages témoignent encore de l'efficacité de l'ancien système de recouvrement des coûts et de nombreux anciens plaident en faveur de son retour. En dépit de leur scepticisme quant aux promesses gouvernementales, de nombreux enquêtés estiment toujours qu'ils ont droit à une eau gratuite ou subventionnée. Les uns avancent qu'ils payent déjà des impôts, que ceux-ci devraient financer l'amélioration du service et qu'il n'est pas nécessaire de payer davantage. D'autres ont connaissance de villes ou de centres où des services améliorés ont été offerts à des prix subventionnés et estiment qu'il serait injuste que l'on paye plus cher chez eux qu'ailleurs. Enfin, certains pensent qu'il est plus intéressant d'attendre que se matérialisent les projets d'adduction, plutôt que de s'engager à payer des prix « réalistes » dès maintenant.

Dans tous les cas où les réponses des enquêtés aux questions de volonté de payer sont influencées par leur sentiment de « droit à l'eau gratuite », elles sont évidemment incapables de révéler la « vraie » valeur économique que les ménages attribuent au service. Mais les résultats mettent en évidence un facteur également important pour les choix de gestion : ce sens du droit ou de l'équité peut être un obstacle significatif à une tarification économiquement efficace. Les attitudes ne sont cependant ni fixes ni immuables. Les études de cas ont montré que les citoyens de nombreux pays s'interrogent de plus en plus sur le rôle qui revient à l'Etat dans le secteur de l'eau et que l'opinion publique sur ce point évolue.

1.6. Modélisation de la consommation aux points d'eau collectifs en Afrique de l'Ouest

1.6.1. Comparaison des données d'enquêtes et des données de service

Dans le programme de recherches BURGEAP / CERGRENE, les consommations spécifiques (par jour et par personne) aux bornes-fontaines ont été calculées à partir des résultats des enquêtes-ménages, ainsi qu'à partir des données de service. Dans le premier cas, il s'agit de la moyenne des consommations spécifiques des ménages enquêtés sur un site donné. Dans le second cas, le calcul est effectué à partir de la consommation totale des bornes-fontaines du site pour le mois correspondant à celui de l'enquête, rapporté à la population déclarant recourir aux bornes d'après l'enquête.

Comme le montre la Figure 2 ci-dessous, les consommations spécifiques d'après enquêtes sont presque toujours sensiblement plus élevées que celles issues des données de service, de 13 litres/jour/habitant en moyenne d'après la droite d'ajustement linéaire aux moindres carrés. Une tendance nette se dessine néanmoins : la surestimation des consommations par les enquêtes tend à être moins importante pour les faibles valeurs et pour les fortes valeurs. Elle est en revanche plus grande pour des valeurs habituelles de la consommation aux bornes-fontaines, de l'ordre de 8 à 15 litres/jour/habitant. C'est ce qu'illustre la courbe d'ajustement parabolique de la figure 1, dont le coefficient de corrélation est élevé ($R^2=0,60$).

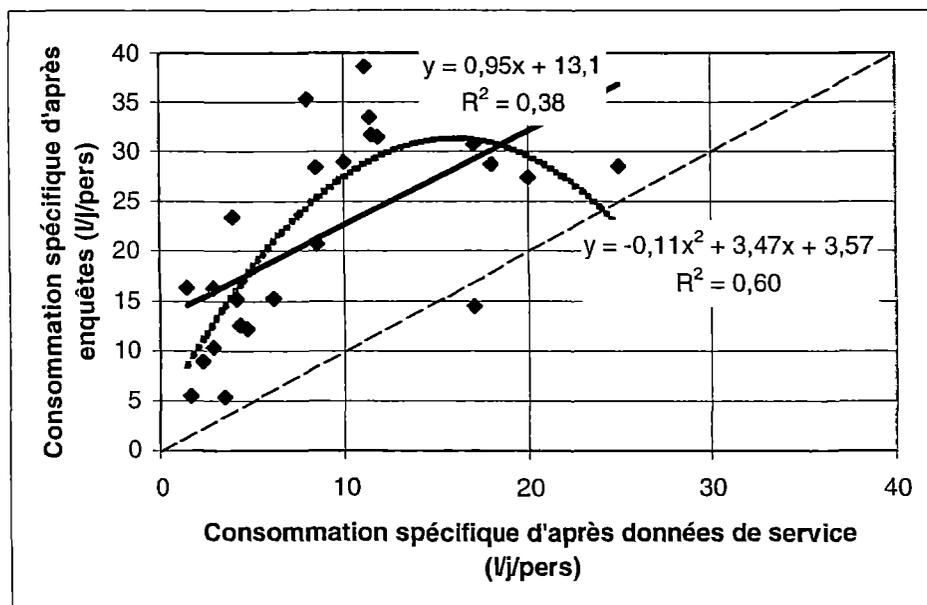


Figure 2 : Consommations spécifiques d'après enquêtes et d'après données de service

Comment peut-on expliquer cette erreur systématique ? Trois principaux facteurs d'erreur peuvent être avancés :

- *Données de service inexactes.* Certaines bornes-fontaines de nos terrains d'étude n'ont pas fait l'objet de comptage ou de relevés systématiques (à Ségou, par

exemple, plusieurs bornes, quoique fonctionnelles, ont une consommation nulle dans les fichiers de facturation) ;

- *Biais de complaisance.* Fréquemment rapporté par les sociologues ayant dirigé des enquêtes dans le secteur de l'alimentation en eau potable, ce biais est lié à la tendance qu'ont nombre d'enquêtés à conformer leurs réponses à l'attitude des projets, en prétendant notamment utiliser les bornes-fontaines alors qu'ils continuent à se ravitailler à leurs sources traditionnelles ;
- *Biais du questionnaire.* Les questions destinées à évaluer les quantités d'eau consommées portaient sur le nombre de récipients « rapportés chaque jour » par le ménage, la nature et le volume de ces récipients. Or, le recours aux bornes-fontaines est irrégulier si des puits ou d'autres sources sont disponibles (coupures d'eau à la borne, mais aussi les jours où ils n'ont pas l'argent, le temps, le courage ou la main d'œuvre nécessaires)

1.6.2. Hiérarchisation des facteurs explicatifs

Le graphique ci-dessous (Figure 3), issu de l'analyse factorielle des composantes simples, présente la projection sur le plan principal (axes F1 et F2) de la position dans l'espace des données des classes de consommations spécifiques et de diverses variables candidates à expliquer ces dernières. Les variables explicatives retenues pour l'analyse sont les suivantes :

- La disponibilité de sources d'approvisionnement en eau alternatives au réseau (Puits rares/puits nombreux et Pluviométrie faible/abondante) ;
- Le type d'urbanisation (petits centres / quartiers urbains périphériques / quartiers urbains centraux) ;
- La distance à la borne-fontaine ;
- Le temps d'attente à la borne-fontaine ;
- Le fait d'utiliser ou non la borne-fontaine pour l'approvisionnement en eau de lessive en saison sèche ;
- Le nombre d'enfants du ménage ;
- Le nombre de femmes du ménage ;
- La présence d'une latrine sur la parcelle du ménage ;
- Le taux d'effort représenté par l'achat d'eau à la borne-fontaine ;
- La fréquence de recours à des revendeurs-livreurs.

Le plan principal totalise 82% environ de la mesure de dépendance du Chi-2 entre les consommations et les variables ci-dessus, l'axe horizontal F1 en représentant plus de 67% à lui seul. L'interprétation de cet axe est donc particulièrement importante pour comprendre les facteurs déterminants de la demande.

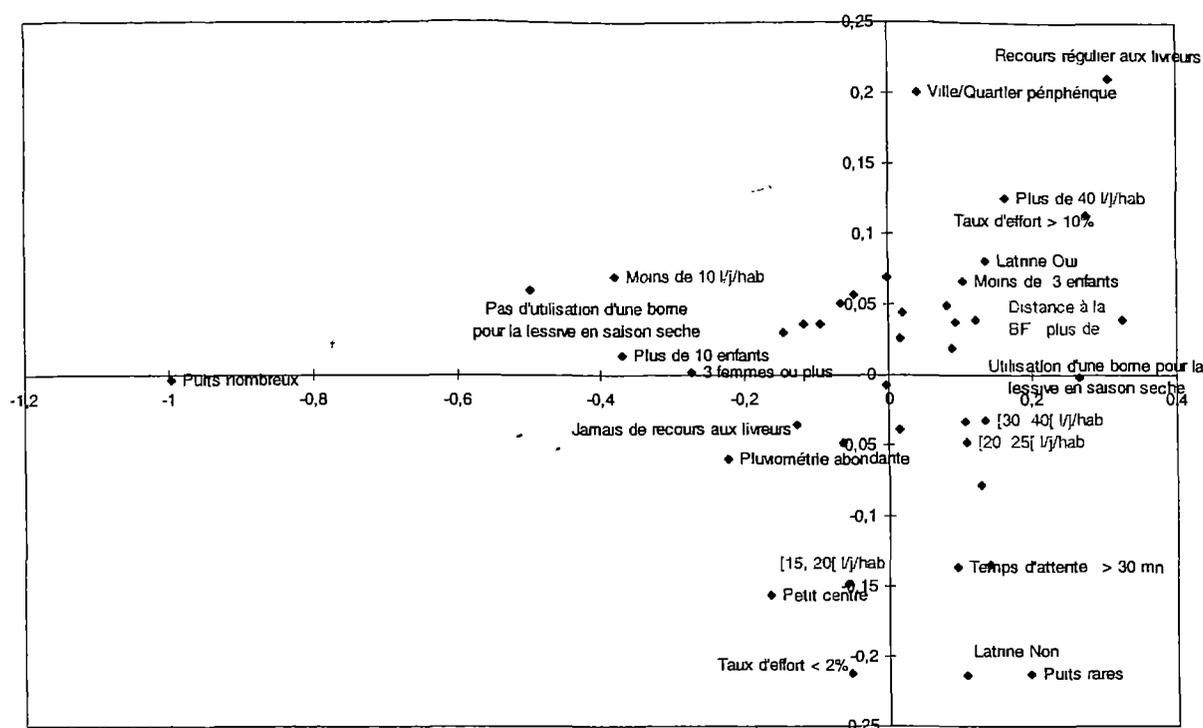


Figure 3 : Mapping de l'analyse factorielle des composantes simples – Classes de consommation spécifique

L'axe F1 correspond à des consommations croissantes et oppose principalement les très faibles consommations (inférieures à 10 litres/jour/habitant, à gauche) aux fortes consommations (supérieures à 30 litres/jour/personne). L'examen des contributions (non reproduites ici) à cet axe des différentes variables montre que :

- Les très faibles consommations sont surtout associées à la présence de nombreux puits, utilisés pour la lessive en saison sèche et, de façon nette mais secondaire, à la présence de femmes et d'enfants en nombre important au sein du ménage, à une pluviométrie abondante et à l'absence de recours à la livraison de l'eau ;
- Les fortes consommations sont surtout associées à l'utilisation de la borne-fontaine pour la lessive en saison sèche et, à un degré moindre, à la rareté des puits, à la présence d'une latrine sur la parcelle, au recours régulier à des livreurs et à un taux d'effort très élevé pour les dépenses en eau (supérieur à 10%).

L'axe F2, qui apporte presque 5 fois moins d'information que l'axe F1, oppose quant à lui des consommations modérées (entre 15 et 20 l/j/hab) aux consommations très fortes (supérieures à 40 l/j/hab), les premières associées à des petits centres où les puits et les latrines sont rares, à un taux d'effort très faible (inférieur à 2%) et un temps d'attente très élevé (supérieur à 30 minutes), les secondes à des quartiers urbains périphériques où les ménages disposent de latrines et font appel régulièrement aux livreurs. L'influence de l'éloignement à la borne-fontaine n'apparaît que dans l'interprétation du troisième axe principal, où les distances de plus de 500 mètres sont liées à des consommations moyennes supérieures (de 25 à 40 l/j/hab) ; mais cet axe ne contribue qu'à moins de 7% de la variance totale.

1.6.3. Consommations en fonction des sources alternatives d'approvisionnement et effets saisonniers

Dans les deux tableaux suivants, la consommation spécifique moyenne aux points d'eau collectifs a été calculée selon que la pluviométrie est faible (nombre de mois de la saison des pluies inférieur à 6) ou abondante (supérieur à 6 mois). Dans le premier cas, la consommation des ménages, privés des ressources alternatives que permettent des pluies plus généreuses (récupération des eaux de toiture, permanence plus grande des puits ou des écoulements superficiels, etc.), est en moyenne supérieure de 20%, s'élevant à 9,4 litres/jour/personne au lieu de 7,9 litres/jour/habitant dans le second cas.

Pluviométrie	Consommation spécifique /données service (l/j/pers.)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Faible	9,4	6,7	6,9 - 11,8
Abondante	7,9	3,3	4,6 - 11,1
Ensemble	9,2	6,3	7,0 - 11,4
Ratio pluies faibles/pluies abond.	1,2		

Tableau 6 : Consommations spécifiques moyennes d'après les données de service en fonction de la pluviométrie

Pluviométrie	Consommation spécifique d'après données de service (l/j/pers.)					
	Minimum mensuel			Maximum mensuel		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Faible	6,2	7,7	3,4 - 9,0	16,3	10,2	12,6 - 20,0
Abondante	4,2	1,6	2,6 - 5,8	12,7	5,8	7,0 - 18,3
Ensemble	5,9	7,3	3,5 - 8,4	15,9	9,8	12,5 - 19,2

Tableau 7 : Minima et maxima mensuels des consommations spécifiques moyennes d'après les données de service en fonction de la pluviométrie

Le même exercice effectué à partir des données d'enquêtes ne révèle aucune différence significative, ce qui confirme la moins bonne qualité de ces dernières et la tendance des enquêtés à minimiser leur recours aux sources d'approvisionnement alternatives⁶.

Fréquence spatiale des puits	Consommation spécifique / enquêtes (l/j/pers.)			Consommation spécifique /données service (l/j/pers.)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Puits rares	23,5	8,3	19,0 - 28,0	12,0	7,0	8,4 - 15,5
Puits nombreux	18,8	11,9	12,1 - 25,5	7,1	4,8	4,8 - 9,4
Ensemble	21,0	10,1	17,1 - 24,9	9,2	6,3	7,0 - 11,3
Ratio puits rares/puits nbx	1,2			1,7		

Tableau 8 : Consommations spécifiques moyennes d'après les données de service et les enquêtes, en fonction de l'abondance des puits

Lorsque les puits sont rares, on remarque dans le Tableau 8 ci-dessus que la consommation spécifique moyenne est plus élevée que lorsque ces puits sont répandus : l'écart est de 20%⁷

⁶ Voir supra Partie I.1.6.1 pages 44 et suivantes

selon les données d'enquêtes et de 70%⁸ selon les données de service. Ceci confirme encore une fois, comme pour l'effet des ressources alternatives liées à la pluviométrie, le biais de complaisance dans les réponses des enquêtés, c'est-à-dire ici la surestimation des consommations de nombreux enquêtés disposant de puits. Cette confirmation se retrouve aussi dans la comparaison des ratios consommations d'après enquêtes / consommations d'après les données de service puisque l'on observe que ce rapport est beaucoup plus élevé quand les puits sont nombreux (2,7) que lorsqu'ils sont rares (2,0).

A partir des données de service recueillies pour chaque mois de l'année, le Tableau 9 compare les consommations spécifiques minimales, atteintes généralement en fin de saison sèche, et les maximales, correspondant au plus fort de la saison des pluies. Les secondes sont en moyenne 2,7 fois plus élevées que les premières, mais cet écart relatif est, de façon logique, plus important lorsque les puits sont nombreux que lorsqu'ils sont rares (3,6 au lieu de 2,2).

En outre, des enseignements intéressants peuvent être tirés de la comparaison des valeurs moyennes de consommation figurant dans ce tableau :

- Que les puits soient rares ou nombreux, la différence des consommations spécifiques maximales et minimales est de 10 litres/jour/personne. Cette valeur peut être considérée *comme l'effet climatique de l'accroissement des besoins en saison chaude* ;
- En saison sèche comme en saison des pluies, *le différentiel de consommation spécifique lié à la rareté des puits est de 5 litres/jour/habitant* ;
- *La consommation spécifique moyenne annuelle est globalement très faible (9,2 litres par jour et par habitant) mais l'amplitude des variations annuelles est très marquée : + 73% en fin de saison sèche (soit un facteur de pointe annuelle de 1,7) et - 36% en pleine saison des pluies.*

Fréquence spatiale des puits	Consommation spécifique d'après données de service (l/j/pers.)					
	Minimum mensuel ⁹			Maximum mensuel ¹⁰		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Puits rares	8,7	9,7	3,7 - 13,6	18,9	11,3	13,2 - 24,6
Puits nombreux	3,8	3,2	2,3 - 5,2	13,6	7,8	9,9 - 17,4
Total	5,9	7,3	3,5 - 8,4	15,9	9,8	12,5 - 19,2
Ratio puits rares/puits nbx	2,3			1,4		

Tableau 9 : Minima et maxima mensuels des consommations spécifiques moyennes d'après les données de service, en fonction de l'abondance des puits

7 Différence significative au seuil de confiance de 72% (F = 1,22 et probabilité critique P = 0,28)

8 Différence significative au seuil de confiance de 97% (F = 5,01 et P = 0,03)

9 Différence significative au seuil de confiance de 93% (F = 3,63 et P = 0,07)

10 Différence significative au seuil de confiance de 85% (F = 2,22 et P = 0,15)

1.6.4. Elasticité de la consommation au prix de vente

Le prix de vente de l'eau a également une influence significative sur le niveau de consommation aux bornes puisqu'une augmentation de 100 Frs CFA (1 FF) la fait diminuer de 2,5 litres par jour et par habitant¹¹. Ce résultat est obtenu par l'analyse de régression linéaire aux moindres carrés. La part de variance des consommations individuelles ainsi expliquée n'est cependant que de 9% ($R^2 = 0,09$).

L'ajustement à la forme fonctionnelle « puissance » (de type $y = ax^b$) a aussi été recherché, de façon à déterminer l'élasticité des consommations au prix¹². Celle-ci est de $-0,5$, ce qui signifie qu'une augmentation du prix de 10%, par exemple, ferait diminuer la consommation spécifique moyenne de $0,5 \times 10\%$, c'est-à-dire de 5%¹³.

Il s'agit d'une *valeur étonnamment élevée*.

Cette valeur est cependant très proche de celles déterminées par l'étude de la Banque Mondiale (Water Research Team - 1995). D'après les analyses de cette dernière, l'élasticité de la demande pour les bornes-fontaines par rapport au tarif mensuel s'élève à $-0,7$ au Zimbabwe et à $-0,4$ au Kenya.

1.6.5. Influence de la distance à parcourir

L'influence de la distance à parcourir, quoique moins nette que celle du prix, est notable. Ainsi que l'illustrent la Figure 4 et le Tableau 10, la consommation spécifique moyenne des usagers des points d'eau collectifs (établie d'après les données d'enquêtes) décroît (faiblement) avec la distance moyenne à parcourir jusqu'à 250 mètres environ, puis augmente nettement à partir de ce seuil. Cette courbe peut s'interpréter de la façon suivante :

- En deçà de 250 mètres, une certaine proportion d'usagers utilise leurs puits ou d'autres modes d'approvisionnement traditionnels et gratuits, notamment pour les usages ne nécessitant pas une eau potable tels que la lessive ou la toilette mais cette proportion est d'autant plus faible que la distance moyenne parcourue est faible. On remarque malgré tout que lorsque les bornes-fontaines sont très denses, c'est-à-dire pour des distances moyennes de l'ordre de 50 mètres, les consommations moyennes spécifiques sont à l'évidence trop faibles (22 à 25 litres/jour/habitant) pour conclure que la plupart des usagers recourent à l'eau des bornes pour *tous* les usages ;
- A partir de 250 mètres commencent à se manifester l'influence des cas où les puits (ou d'autres sources alternatives et gratuites) sont rares et les bornes-fontaines trop peu nombreuses. La croissance de la consommation avec la distance moyenne à parcourir signifie que les usagers qui n'ont plus d'autre choix que de s'approvisionner aux bornes-fontaines pour tous les usages domestiques deviennent proportionnellement plus nombreux. Aux trois points situés au-delà de 700 mètres sont d'ailleurs associés des consommations très élevées (33 à 40 l/j/hab.), prouvant que les sites correspondants sont à la fois démunies en ressources en eau et en points d'eau modernes ;

11 En fait entre 2,0 et 3,0 litres au seuil de confiance de 95%

12 C'est-à-dire le pourcentage de diminution de la consommation qu'entraîne une augmentation de 1% du tarif mensuel

13 Au seuil de confiance de 95%, l'élasticité est comprise entre $-0,37$ et $-0,56$

- Les trois points situés en dessous de la courbe d'ajustement correspondent manifestement à des zones où les sources d'approvisionnement traditionnelles et gratuites sont nombreuses, de telle sorte que la consommation moyenne par habitant continue à décroître en raison inverse avec l'espacement des bornes-fontaines ;
- En conclusion la courbe d'ajustement de la Figure 4 masque deux tendances contraires, visibles sur la même figure : elle résulte de la superposition d'une courbe uniformément croissante correspondant aux zones où les ressources alternatives au réseau sont rares et d'une courbe uniformément décroissante correspondant au contraire à des sites où elles sont nombreuses.

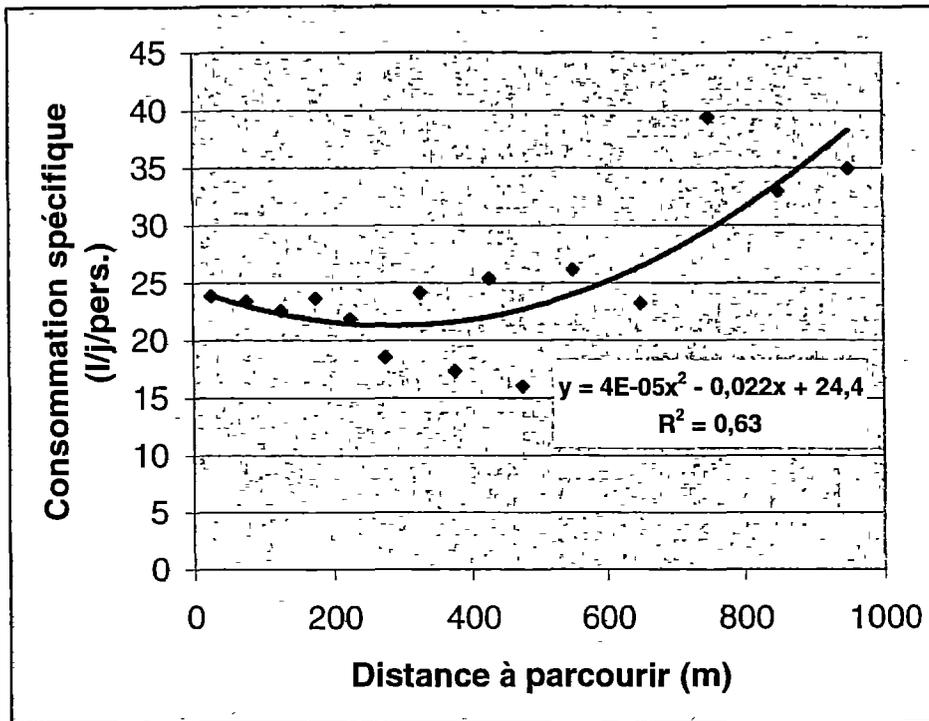


Figure 4 : Influence de la distance sur les consommations spécifiques

Distance à la borne-fontaine (m)	Consommations spécifiques (l/l/pers.) ¹⁴		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Moins de 100 m	23,6	14,4	22,3 - 25,0
De 100 à 200 m	22,9	13,3	21,0 - 24,7
De 200 à 500 m	21,9	13,8	20,0 - 23,8
Plus de 500 m	28,4	11,9	24,7 - 32,2
Ensemble	23,0	14,0	22,1 - 23,9

Tableau 10 : Consommations spécifiques moyennes par classe de distance moyenne à la borne-fontaine

¹⁴ Différence significative au seuil de confiance de 99,97% (F = 4,57 et probabilité critique = 0,003)

1.6.6. Influence d'autres facteurs

Les tableaux suivants mesurent l'effet, significatif, sur les consommations spécifiques de l'utilisation de la borne-fontaine pour la lessive, de la présence d'une latrine sur la concession et du nombre d'enfants dans le ménage. On remarque ainsi :

- Que la quantité d'eau consommée pour la lessive est de 10 l/j/hab. (Tableau 11) ;
- Que la présence d'une latrine sur la concession entraîne une consommation supplémentaire de 3 l/j/hab., liée au nettoyage anal (à l'eau le plus souvent dans les régions enquêtées) et au nettoyage de la dalle (Tableau 12) ;
- Que la consommation spécifique diminue sensiblement avec le nombre d'enfants, du fait d'une évidente économie d'échelle et d'une consommation moindre des jeunes enfants pour leurs besoins de boisson, de toilette et de lessive (Tableau 13).

<i>Utilisation d'une borne pour la lessive en saison sèche :</i>	<i>Consommations spécifiques (l/j/pers.)¹⁵</i>		
	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart-type</i>	<i>Intervalle de confiance</i>
Oui	30,6	20,4	28,9 - 32,2
Non	20,7	19,5	18,2 - 23,1
<i>Ensemble</i>	<i>26,4</i>	<i>20,4</i>	<i>25,1 - 27,7</i>

Tableau 11 : Consommations spécifiques moyennes selon que la borne-fontaine est utilisée ou non pour l'eau de lessive en saison sèche

<i>Latrine dans la concession</i>	<i>Consommations spécifiques (l/j/pers.)¹⁶</i>		
	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart-type</i>	<i>Intervalle de confiance</i>
Oui	29,6	21,5	27,8 - 31,3
Non	26,4	18,5	24,1 - 28,8
<i>Ensemble</i>	<i>26,4</i>	<i>20,4</i>	<i>25,1 - 27,7</i>

Tableau 12 : Consommations spécifiques moyennes selon que la concession dispose d'une latrine ou non

<i>Nombre d'enfants</i>	<i>Consommations spécifiques (l/j/pers.)¹⁷</i>		
	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart-type</i>	<i>Intervalle de confiance</i>
De 0 à 2	30,9	24,6	27,9 - 33,9
De 3 à 4	25,3	18,1	23,1 - 27,5
De 5 à 7	25,6	19,5	23,2 - 27,9
De 8 à 10	25,0	18,4	21,1 - 28,9
Plus de 10	21,6	16,0	18,6 - 24,5
<i>Ensemble</i>	<i>26,4</i>	<i>20,4</i>	<i>25,1 - 27,7</i>

Tableau 13 : consommations spécifiques moyennes selon le nombre d'enfants du ménage

15 Différence significative au seuil de confiance de 100% (F = 41,85 et P = 1,6.10⁻¹⁰)

16 Différence significative au seuil de confiance de 95% (F = 3,93 et P = 0,048)

17 Différence significative au seuil de confiance de 99,8% (F = 4,22 et P = 0,002)

L'utilisation de l'eau puisée à la borne-fontaine pour un usage commercial à la parcelle a également un effet très sensible sur la consommation spécifique. Les questionnaires administrés dans les trois villes maliennes ne comprenaient cependant pas de question sur l'existence d'un tel usage. Sur les centres secondaires, l'exploitation des réponses à cette question a permis de montrer que 5% des usagers des bornes-fontaines utilisent l'eau en grande quantité (en moyenne 52,5 l/j/hab., soit +28,4 l/j/hab. par rapport à la moyenne de l'ensemble¹⁸) à des fins commerciales ou artisanales, le plus souvent pour la préparation de plats vendus au marché.

1.7. Une approche alternative : la modélisation des opinions

L'analyse décrite dans ce chapitre propose une approche de la modélisation de la demande différente des deux envisagées jusqu'à présent. Les études économétriques strictement orthodoxes de la Water Research Team notamment considèrent que la demande est décrite *stricto sensu* par le choix des ménages de recourir ou non à un service donné et par leur niveau de consommation d'eau auprès de ce service, que ce choix et ce niveau soient avérés, c'est-à-dire mesurés dans des situations où le service est effectivement disponible, ou bien qu'ils soient hypothétiques, c'est-à-dire liés à une demande exprimée en situation contingente. L'approche holistique considère les mêmes variables dépendantes. Cependant, ces dernières ne sont plus affectées à chaque individu mais à un objet décrit par certaines caractéristiques d'un site donné (quartier, ville, centre...) et certaines caractéristiques moyennes de la population de ce site.

Dans l'approche développée ici, qui rend compte d'une des composantes de l'analyse effectuée lors de nos recherches sur un ensemble de sites d'enquêtes Ouest africains (Etienne - 1996 ; Etienne et Morel à l'Huissier - 1997), les variables descriptives de la demande ne sont plus des pratiques liées à l'usage d'un service ou une volonté de payer pour bénéficier de ce service mais l'opinion des usagers de ce service concernant différentes composantes de son niveau.

- Il nous a semblé en effet que l'expression du degré de satisfaction (ou d'insatisfaction) par les usagers d'un service existant est susceptible de refléter les préférences individuelles.

L'approche demeure économétrique dans la mesure où les composantes du niveau de service à propos desquelles on mesure la satisfaction des usagers sont également celles qui se traduisent pour ceux-ci en « coûts d'usage » et donc en bénéfices et surplus économiques. Le service considéré ici étant celui d'une distribution par points d'eau collectifs, ces composantes sont celles du coût global d'accès au service, c'est-à-dire le tarif pratiqué au point d'eau, la distance parcourue pour y accéder-et le temps d'attente pour y être servi.

L'approche demeure holistique. En effet, pour chacune de ces variables, nous avons recherché le « seuil d'insatisfaction » ou « seuil d'indifférence » par site d'étude, recherché les facteurs explicatifs des variations observées entre les sites puis tenter de modéliser la variation de ces seuils en fonction des différents facteurs explicatifs.

18 Différence significative au seuil de confiance de 100% ($F = 59$ et probabilité critique = $1,23 \cdot 10^{-13}$)

Pour une variable numérique comme la distance, le prix ou le temps d'attente, le « seuil d'indifférence » est défini comme la valeur qui sépare le mieux les classes d'opinion, c'est-à-dire qui sépare les valeurs prises par la variable en deux classes (respectivement inférieures et supérieures à ce seuil) dont le croisement avec les classes d'opinion maximise le Chi-2. Par exemple, pour la distance à parcourir, un seuil d'insatisfaction de 200 mètres correspond à la distance au-delà de laquelle, en moyenne, les usagers ne considèrent plus que la distance est proche.

Comme cela a été indiqué précédemment, cette analyse s'appuie sur les résultats d'enquêtes réalisées par BURGEAP et le CERGRENE sur onze petits centres ou quartiers urbains au Bénin, au Niger et en Guinée (Etienne – 1996) ainsi que sur trois villes du Mali (Morel à l'Huissier et Verdeil – 1996).

Les questions fermées destinées à mesurer l'opinion des enquêtés ont imposé à ce dernier de répondre sur une échelle à trois valeurs (faible ou nulle, moyenne, importante) car la pratique montre d'une part qu'une échelle à nombre impair de valeurs donne des mesures plus fiables sur les extrêmes (les enquêtés qui n'ont pas d'avis tranché répondent sur l'item central), d'autre part qu'une échelle plus nuancée à 5 valeurs ou plus n'apporte pas de bénéfice significatif à l'analyse (en outre, les nuances sont souvent plus difficiles à traduire en langue locale).

1.7.1. L'opinion concernant la distance aux bornes-fontaines

La connaissance de la distance maximum acceptable pour les usagers des bornes-fontaines et des facteurs qui influent sur l'opinion des ménages la concernant revêt une importance toute particulière car cette distance intervient dans le dimensionnement du réseau en terme de densité des points de distribution collective.

La « norme » en la matière - ou plutôt la pratique la plus courante - consiste à adopter un espacement moyen de 300 mètres entre deux bornes-fontaines (soit 150 mètres au maximum à parcourir pour s'approvisionner) mais ceci varie largement en fonction des projets, des opérateurs, des bureaux d'étude et des pays.

La question posée dans les enquêtes-ménages était : « considérez-vous que la distance à parcourir jusqu'à la borne-fontaine est proche, éloignée ou très éloignée ? ». Parallèlement était relevée la distance effectivement parcourue par chaque enquêté.

Sur l'ensemble des enquêtes réalisées dans les quatre pays, 60% des usagers s'estiment satisfaits, considérant que la distance à parcourir jusqu'à la borne-fontaine est « proche ». La distance moyenne parcourue est de 170 mètres, mais celle-ci recouvre de grandes disparités d'un site à l'autre¹⁹.

1.7.1.1. Recherche du « seuil d'indifférence »

On a cherché à établir, pour chaque site et sur l'ensemble des sites, la « distance-seuil » au-delà de laquelle, en moyenne, les usagers ne sont plus satisfaits (c'est-à-dire ne considèrent plus que la borne-fontaine est proche).

¹⁹ intervalle de confiance de la moyenne au seuil de 95% : 154 à 189 m

Calculé sur l'ensemble de la base de données, ce seuil d'indifférence est de 200 mètres. L'analyse par site met en évidence plusieurs groupes de valeurs assez bien différenciés :

- Un premier groupe de valeurs moyennes, dans lequel les ménages sont satisfaits tant que la distance à parcourir demeure inférieure à un seuil compris entre 190 et 240 mètres. Ce groupe comprend l'ensemble des petits centres béninois, Foulan Koira au Niger et Labé en Guinée ;
- Un second groupe, comprenant uniquement Bagueye (Niger), où les ménages sont nettement moins exigeants, puisqu'ils considèrent que la borne-fontaine est proche jusqu'à 310 mètres ;
- Enfin, un troisième groupe comprenant trois centres guinéens et les trois villes maliennes, où les ménages sont au contraire plus exigeants, considérant en moyenne que la borne-fontaine est éloignée au-delà d'un seuil de 60 à 135 mètres.

Comment expliquer ces variations ?

En première approche, la répartition ci-dessus semble pouvoir s'interpréter du point de vue du type d'urbanisation ainsi que de la disponibilité des ressources en eau traditionnelles. En effet:

- le groupe le plus exigeant (seuil compris entre 60 et 135 mètres) correspond aux sites où la disponibilité des ressources en eau alternatives aux réseaux modernes est la plus grande (pluies abondantes, puits nombreux) ainsi qu'aux sites les plus urbanisés (quartiers populaires, villes moyennes) ;
- le groupe intermédiaire à une situation moyenne (quartier urbain-ressources rares, petits centres-pluies abondantes et puits rares) ;
- enfin, le groupe le moins exigeant (Bagueye) correspond au centre le plus rural et où les ressources alternatives sont peu nombreuses (pluies faibles, quelques puits éloignés).

On s'explique bien que les points d'eau traditionnels, antérieurs et concurrents aux points d'eau collectifs modernes, constituent la référence des usagers, comme l'illustre ce commentaire d'un habitant de Foulan Koira (Niger) : « *En cas de panne, nous partons chercher l'eau. Le point d'eau le plus proche c'est 500 mètres, donc la distance de la borne-fontaine (60 mètres) c'est très proche* ».

Par ailleurs, on pouvait s'attendre à ce que les familles soient plus exigeantes en milieu urbain, où la référence est le branchement domiciliaire, même si celui-ci demeure financièrement inaccessible à la majorité.

Nous avons donc cherché à mesurer l'influence respective des facteurs explicatifs des variations observées entre les sites.

1.7.1.2. Les facteurs déterminants

Le croisement entre les distances-seuil et le type met en évidence que les ménages sont deux fois plus exigeants dans les quartiers urbains que dans les petits centres : en effet, le seuil moyen est deux fois plus important dans ces derniers²⁰ (cf. Tableau 14 ci-dessous).

²⁰ $F = 20,5$ et $P = 0,00017$

Type d'urbanisation	Distance-Seuil d'indifférence (proche ou non - en mètres)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Petit centre	244	39	210 - 279
Quartier urbain	118	56	94 - 144
Ensemble	145	73	115 - 174

Tableau 14 : Influence du type d'urbanisation en fonction de la distance-seuil

De façon à isoler l'influence de la disponibilité des ressources alternatives, nous avons introduit dans la base de données du Niger, du Bénin et de la Guinée deux variables : la première décrivant la disponibilité spatiale des ressources souterraines alternatives aux bornes-fontaines (« puits rares-puits nombreux »), la seconde l'abondance des pluies (« pluies rares-pluies abondantes »).

Distance-seuil d'indifférence	Disponibilité des puits	Régime pluviométrique
		puits nombreux : 122 m
	puits rares : 241 m	pluies rares : 252 m
Coef. de détermination R ²	0,63	0,27
F (test de Fischer)	13,5	3,0
Probabilité critique	0,00626	0,12

Tableau 15 : Influence de la disponibilité des ressources traditionnelles sur la distance-seuil (Bénin, Niger, Guinée)

Comme le montre le Tableau 15, seule la disponibilité plus ou moins grande des puits peut être retenue comme ayant une influence significative au seuil habituel de confiance de 95%.

Par ailleurs, on obtient sur l'ensemble de la base (incluant les villes maliennes), un facteur de 2,2 entre les sites où les puits sont rares et ceux où les puits sont nombreux. Confirmant que les ménages sont nettement moins exigeants lorsque les puits sont rares, on relève que la distance-seuil d'indifférence est dans ce cas sensiblement doublée, passant de 100 à 220 mètres²¹ (voir Tableau 16).

Fréquence spatiale des puits	Distance-Seuil d'indifférence (proche ou non - en mètres)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Puits rares	218	43	189 - 246
Puits nombreux	101	49	76 - 126
Ensemble	145	74	115 - 174

Tableau 16 : Influence de la fréquence des puits sur la distance-seuil (Bénin, Niger, Guinée, Mali)

A partir de ces croisements, on a pu reconstituer le tableau à double entrée suivant (tableau 5), dans lequel figure la valeur moyenne (et son intervalle de confiance à 95%) du seuil de distance au-delà de laquelle les ménages ne sont plus satisfaits, en fonction du type d'urbanisation et de la disponibilité des ressources alternatives au réseau.

²¹ F = 31,3 et 1,27 10⁻⁵

Distance-Seuil d'indifférence (proche ou non - en mètres)		Type d'urbanisation	
		Petit centre	Quartier urbain
Fréquence spatiale des puits :	Puits rares	244 mètres ²² [210,278]	184 mètres ²³ [170,200]
	Puits nombreux	- (nombre de cas insuffisant)	100 mètres ²⁴ [76,126]

Tableau 17 : Distance-seuil en fonction du type d'urbanisation et de la fréquence des puits

En conclusion, la poursuite d'un objectif réaliste d'optimisation de la satisfaction consistant à faire en sorte qu'aucun usager n'ait à parcourir une distance supérieure au seuil d'indifférence, impliquerait d'adopter un espacement maximal de 350 à 400 mètres entre les bornes-fontaines, pouvant être porté à 500 mètres dans les petits centres où les puits sont rares mais devant être ramené à 200 mètres lorsqu'il s'agit de quartiers urbains où les puits sont nombreux.

1.7.1.3. Influence d'autres variables

Le graphique suivant (Figure 5) met en évidence le lien entre la distance moyenne parcourue sur un site et la distance-seuil d'indifférence. Il montre que les usagers des bornes-fontaines sont d'autant moins exigeants que les bornes sont rares et qu'ils sont donc accoutumés à parcourir de plus longues distances.

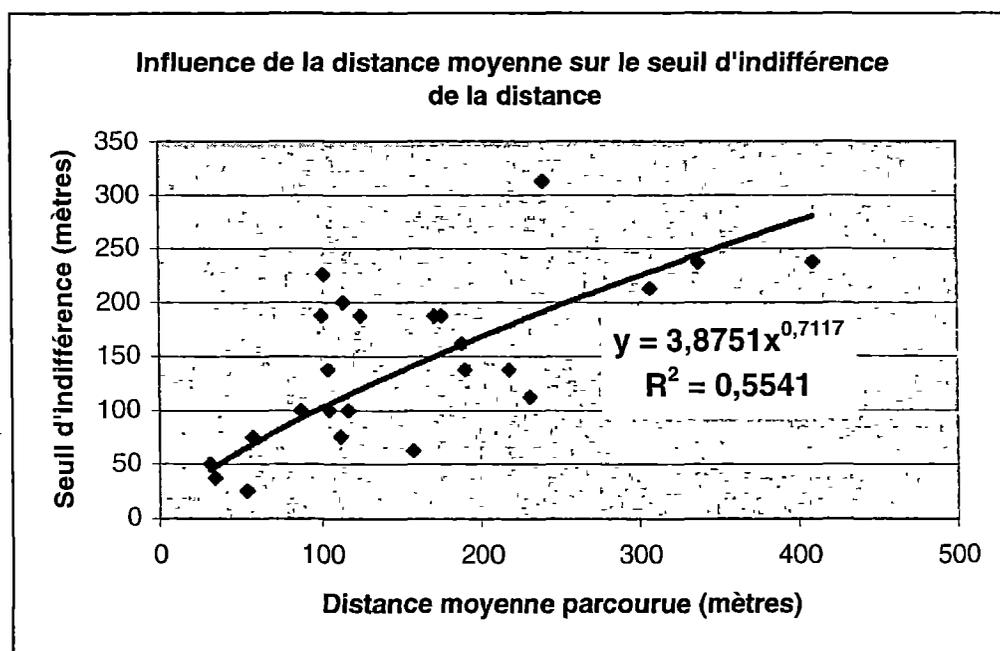


Figure 5 : Seuil d'indifférence en fonction de la distance moyenne parcourue

On a aussi tenté de trouver un lien entre l'opinion sur la distance et le sexe de la personne interrogée : on ne trouve pas de différence significative entre l'opinion des hommes et celle des femmes sur cette question.

22 F=20,5 et P=0,00017

23 F=9,7 et P=0,006

24 F=9,7 et P=0,006

En revanche, on a pu montrer (voir Tableau 18) que lorsque l'eau est transportée par les enfants, les ménages sont significativement plus nombreux à considérer que la distance à parcourir est importante²⁵.

Opinion concernant la distance à la borne-fontaine :	Chargés du transport de l'eau		
	Les enfants	Autres (mères, employés, etc.)	Ensemble
Proche	— 56%	+++ 81%	75%
Eloignée	26%	18%	20%
Très éloignée	(+++) 18%	(---) 1%	5%
Total	100%	100%	100%

Tableau 18 : Opinion concernant la distance à la borne-fontaine en fonction des membres du ménage chargés du transport de l'eau²⁶

1.7.2. L'opinion concernant le temps d'attente

« Il n'y a de l'attente que le matin de bonne heure et le soir au moment des repas » commentaire d'un usager à Foulan Koira (Niger)

« les femmes se battent au point d'eau à cause de l'attente », commentaire d'un usager à Bagueye (Niger)

L'opinion concernant le temps d'attente aux bornes-fontaines est, sur l'ensemble de la base, à peu près également répartie entre « court », « moyen » et « long », bien qu'il y ait d'importantes variations d'un centre ou d'un quartier à l'autre.

De la même façon que pour la distance à parcourir, le seuil d'indifférence concernant le temps d'attente a été recherché. Les niveaux d'exigence concernant le temps d'attente sont extrêmement variables d'un site à l'autre.

La durée « seuil » de l'attente au-delà de laquelle les ménages ne considèrent plus que l'attente est courte s'établit de façon très nette à 20 minutes environ²⁷ : 85% des enquêtés qui attendent moins de 20 minutes à la borne-fontaine estiment que le temps d'attente est « court », tandis que 94% de ceux qui attendent davantage le jugent « moyen ou long ». Pour déterminer les facteurs explicatifs, on a choisi de travailler sur le seuil « long ou non » car les avis sont beaucoup plus différenciés entre les sites.

25 Chi-2 = 26,28 et P de l'ordre de 2.10⁻⁶

26 Les signes + ou - figurant dans les cases des tableaux de tris croisés montrent la significativité statistique de chacune, au sens du test du Chi-deux, par rapport à l'effectif théorique. Le signe + signifie que la case est supérieure à l'effectif théorique et le signe - signifie que l'effectif est inférieur :

« + » ou « - » correspond à un seuil de probabilité de P=0,10

« ++ » ou « -- » correspond à un seuil de probabilité de P=0,05

« +++ » ou « --- » correspond à un seuil de probabilité de P=0,01

« . » non significatif () effectif théorique trop faible.

27 Chi-2 = 220 et P de l'ordre de 6,2.10⁻⁵⁰

1.7.2.1. Recherche de facteurs explicatifs

L'influence du type d'urbanisation (petit centre - quartier urbain) apparaît clairement lorsque l'on effectue un tri croisé avec le seuil d'indifférence : les ménages sont 3,5 fois plus exigeants dans les villes que dans les petits centres²⁸ (voir Tableau 19), ce qui confirme une hypothèse initiale sur la place du temps dans l'économie domestique (« on a moins de temps à perdre en ville » !).

L'influence de la fréquence des puits est, quant à elle, moins probante (la différence de seuil n'est significative qu'au seuil de 87%), bien que la différence soit nette et conforme à la logique (voir Tableau 20) : les usagers des zones où les puits sont nombreux sont deux fois plus exigeants que ceux des zones où ils sont rares.

Type d'urbanisation	Temps d'attente -Seuil d'indifférence (long ou non - en min)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Petit centre	49	28	21 - 76
Quartier urbain	14	12	7 - 20
Ensemble	22	22	11 - 32,5

Tableau 19 : Influence du type d'urbanisation sur le seuil d'indifférence au temps d'attente

Fréquence spatiale des puits	Temps d'attente -Seuil d'indifférence (long ou non - en min)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Puits rares	32	29	11 - 53
Puits nombreux	15	14	6 - 23
Ensemble	22	22	11 - 32,5

Tableau 20 : Influence de la fréquence des puits sur le seuil d'indifférence au temps d'attente²⁹

1.7.2.2. Influence de la distance à parcourir

Il apparaît une dépendance significative entre l'opinion concernant le temps d'attente à la borne-fontaine et la distance à parcourir pour s'y rendre (voir Tableau 21 ci-dessous). Ainsi, alors qu'environ 40% des ménages jugent l'attente à la borne-fontaine « courte », ils ne sont plus que 8% parmi ceux qui en sont très éloignés.

Opinion concernant l'attente à la borne-fontaine	Distance à la borne-fontaine (m)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Court	109,5	103,8	92,6 - 126,5
Moyen	233,4	321,2	170,2 - 296,7
Long	280,0	459,7	200,4 - 359,7
Ensemble	198,8	324,7	166,6 - 231,0

Tableau 21 : Opinion concernant le temps d'attente à la borne-fontaine selon la distance à parcourir³⁰

²⁸ F = 11,07 et P = 0,0046

²⁹ F = 2,51 et P = 0,134

On imagine bien, en effet, qu'un long trajet cumulé à l'attente au point d'eau fasse paraître cette dernière encore plus longue. On sait aussi que la durée de l'attente dépend de la densité des bornes-fontaines et donc de la distance moyenne à parcourir dans chaque centre. On a donc recherché une éventuelle corrélation entre la distance qui sépare les usagers des bornes-fontaines, la densité des bornes-fontaines et l'attente qu'ils doivent y subir.

Une régression linéaire aux moindres carrés a été entreprise. Sur l'ensemble des enquêtés, l'analyse de variance montre qu'il y a effectivement une dépendance significative entre la distance à parcourir et le temps d'attente aux bornes-fontaines³¹ mais la dispersion est trop grande pour obtenir un coefficient de corrélation correct ($R = 0,126$).

On a ensuite effectué une régression multilinéaire en ajoutant la variable densité des bornes-fontaines, évaluée à partir de la moyenne pour chaque site des distances parcourues par les usagers, à la distance séparant chaque utilisateur de la borne-fontaine qu'il utilise. L'analyse de variance montre alors que le modèle explicatif obtenu pour le temps d'attente est amélioré, tout en restant peu robuste, la part de variance expliquée (R^2) passant de 1,6% à 4,5%.

La comparaison des opinions concernant respectivement les distances parcourues et les temps d'attente aux bornes suggère enfin une observation précieuse. Le temps d'attente suscite davantage de récriminations que la distance à parcourir : sur l'ensemble des sites, la grande majorité des usagers considère cette dernière comme raisonnable mais déplore la longueur de l'attente. Ceci peut aisément se comprendre lorsque l'on traduit les distances parcourues en terme de durées de déplacement. Ainsi, par exemple, pour chacune des quatre catégories d'usagers des points d'eau collectifs des villes maliennes étudiées (clients des bornes-fontaines de Ségou et de Kayes, clients des bornes et des revendeurs de voisinage de Mopti), l'attente aux points d'eau est 3 à 4 fois supérieure en moyenne aux temps de parcours aller-retour. Ceci laisse à penser que les dispositions susceptibles de réduire le temps d'attente aux bornes (augmentation du nombre de robinets, des débits, des horaires d'ouverture, etc.) participeraient davantage que la seule augmentation de la densité des points d'eau à l'amélioration de la qualité du service.

1.7.2.3. Influence d'autres variables

Lorsque les enfants sont chargés de la collecte de l'eau, une plus grande proportion de personnes enquêtées considèrent que le temps d'attente est important (comme c'était le cas pour l'opinion concernant la distance).

1.7.2.4. Hiérarchisation des facteurs explicatifs

Le tableau suivant (Tableau 22) liste par ordre décroissant de coefficient de détermination R^2 les facteurs explicatifs de l'opinion concernant le temps d'attente aux bornes-fontaines.

Facteur explicatif	Part de variance expliquée (en %)
Temps d'attente	35,2
Distance moyenne aux bornes-fontaines du site	14,7

30 $F = 8,89$ et $P = 1,7 \cdot 10^{-4}$

31 $F = 5,00$ et $P = 0,026$

Facteur explicatif	Part de variance expliquée (en %)
Enfants chargés du transport de l'eau (oui/non)	7,7
Distance à parcourir pour l'utilisateur	4,8
Disponibilité des ressources alternatives	1,8

Tableau 22 : Hiérarchisation des facteurs explicatifs de l'opinion concernant le temps d'attente aux bornes-fontaines

1.7.3. L'opinion concernant le prix de l'eau

Le prix du m³ d'eau à la borne-fontaine varie entre 150 et 600 Frs CFA au Bénin au Niger et au Mali, où, pour les cas étudiés, l'eau est vendue au récipient toute l'année. Cela correspond à des tarifs allant de 5 FCFA (5 centimes français) la bassine de 33 litres à 10 FCFA pour un seau de 15 litres.

Ce prix de vente est plus élevé en Guinée où il est compris entre 850 et 1250 Frs CFA par m³. Toutefois, le cas de la Guinée est un peu particulier car : à Koundara l'eau n'est payante que pendant la saison sèche (5 mois par an), à Beyla la vente de l'eau est forfaitaire (la production n'étant pas relevée, on ne peut pas calculer le prix du m³ d'eau) et à Labé l'eau n'est vendue au volume que dans un quartier, Thyndel. On a donc isolé la Guinée pour une partie des traitements.

Les avis sur le prix de l'eau (« trouvez-vous que le prix de l'eau à la borne-fontaine est bon marché, normal ou cher ? ») sont assez partagés. En fonction du prix de vente de l'eau, on recueille des propos tels que :

- « le prix de l'eau est très bon marché, 10 FCFA d'eau me suffit pour toute la journée. Le jour où je fais la lessive j'achète 15 FCFA d'eau », à Guidiguir où le prix de vente du m³ d'eau est 140 FCA ou bien :
- « c'est vraiment cher, on attend l'arrivée de la pluie pour retourner à la mare », à Baguèye où l'eau est vendue 500 FCFA/m³.

A Ouegbo, Bérubouay et Guidiguir plus des trois quarts des ménages considèrent que le prix est bon marché : il est, en effet, dans ces trois cas, inférieur à la moyenne (située autour de 380 FCFA/m³).

Lorsque l'on croise les opinions concernant le prix de l'eau avec le prix lui-même, on obtient des résultats assez homogènes au Bénin et au Niger (voir Tableau 23). Notons que l'opinion « bon marché » correspond pour ces deux pays à un prix de vente moyen de 311 FCFA/m³.

Opinion concernant le prix de l'eau aux bornes-fontaines :	Prix de l'eau aux BF (FCFA/m ³)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Bon marché	311	118	290-332
Normal	366	148	321-411
Cher	437	109	419-455
Ensemble	378	132	363-392

Tableau 23 : Opinion concernant le prix de l'eau à la borne-fontaine en fonction du prix au Niger et au Bénin (FCFA-95)³²

³² Chi-2 = 21,58 et P de l'ordre de 2.10⁻⁹

En Guinée, aux trois catégories d'opinion correspondent des tarifs bien supérieurs, le tarif moyen étant plus élevé qu'ailleurs (voir tableau 13 ci-dessous). A noter toutefois que l'eau n'y est pas toujours vendue tout au long de l'année.

Opinion concernant le prix de l'eau aux bornes-fontaines :	Prix de l'eau aux BF (FCFA/m ³)		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Bon marché	725	82	682-768
Normal	917	232	829-1004
Cher	998	234	917-1079
<i>Ensemble</i>	<i>912</i>	<i>232</i>	<i>860-963</i>

Tableau 24 : Opinion concernant le prix de l'eau à la borne-fontaine en fonction du prix en Guinée (FCFA - 95)³³

On a recherché pour l'ensemble des sites, excepté les sites guinéens pour les raisons évoquées ci-dessus, la valeur du seuil d'indifférence au prix (valeur au-delà de laquelle, en moyenne les usagers pensent que le prix est « cher »). On obtient avec une bonne probabilité³⁴ une valeur seuil de 460 Frs CFA/m³.

1.7.3.1. Recherche de facteurs explicatifs

On a pu déterminer, en fonction du type d'urbanisation, le seuil d'indifférence au prix : de la même façon que pour le temps d'attente ou la distance, on retrouve ici le fait que le niveau d'exigence est plus élevé en milieu urbain, bien que les revenus y soient en moyenne plus élevés que dans les petits centres.

Quartiers urbains (Mali + Niger)	Petits centres (Bénin + Niger)
362,5 Chi-2 = 110,5 P=7,3 10 ⁻²⁶	462 Chi-2 = 47,5 P=6 10 ⁻¹²

Tableau 25 : Influence du type d'urbanisation sur le seuil d'indifférence au prix

L'influence de la présence de puits intervient dans les mêmes proportions que le type d'urbanisation : les ménages des sites où les puits, donc les ressources en eau alternatives au réseau, sont nombreux ont un niveau d'exigence supérieur d'environ 30% aux ménages pour lesquels les alternatives sont rares.

Puits rares	Puits nombreux
462 Chi-2 = 86 P=1,74 10 ⁻²⁰	362 Chi-2 = 50 P=1,3 10 ⁻¹²

Tableau 26 : Influence de la disponibilité des ressources en eau sur le seuil d'indifférence au prix

33 Chi-2 = 8,92 et P de l'ordre de 3,5.10⁻⁴

34 Chi-2 = 147 et P de l'ordre de 5,9 10⁻³⁴

1.7.3.2. Influence du revenu

Le croisement entre le revenu des femmes et l'opinion de ces dernières concernant le prix ne donne pas de résultats significatifs, ce qui peut s'expliquer de deux façons :

- (i) La participation fréquente de l'époux au paiement de l'eau ;
- (ii) La fiabilité discutable des revenus déclarés par les femmes, dont une partie notable est d'origine non-monnaire.

En revanche, on observe une dépendance forte entre les revenus des hommes et leur opinion³⁵ : au-delà d'un revenu mensuel de 50 000 Frs CFA, les enquêtés sont presque unanimes à considérer le prix de l'eau comme « normal » ou « bon marché », alors qu'en deçà de ce seuil, 40% d'entre eux le trouvent « cher ».

Il est par ailleurs intéressant de relever qu'à partir d'un revenu de l'ordre de 30000 FCFA, le montant des dépenses affectées à l'eau, et donc les consommations, augmentent notablement. En deçà, on ne trouve pas de lien entre classes de revenus et classes de dépenses. On peut donc considérer que, pour la moitié de la population la plus pauvre (médiane des revenus = 30000 FCFA/mois), les dépenses consacrées à l'eau et les consommations sont inélastiques aux revenus.

Ces résultats concordent tout à fait avec ceux de l'étude, couramment citée comme référence sur la fonction de demande en eau dans les pays en développement (Katzman - 1977), menée sur les ménages de Penang Island (Malaisie). Examinant l'effet du revenu sur les consommations en eau des ménages, à la fois sur des sites urbains et ruraux, tous connectés à un réseau d'alimentation en eau potable, Katzman établissait :

- Une élasticité nulle aux revenus pour les classes « très pauvres » et « pauvres », soit pour les revenus inférieurs au revenu médian ;
- Une élasticité de 0,24 à 0,30 en passant des ménages pauvres aux ménages de revenus moyens supérieurs ;
- Une élasticité de 0,32 à 0,39 des revenus moyens supérieurs à supérieurs.

1.7.3.3. Pourcentage du revenu affecté à l'eau

Ce pourcentage, encore appelé « taux d'effort », est en moyenne égal à 3,6% du revenu sur l'ensemble des 4 pays étudiés. Il est plus important au Mali où l'on a travaillé seulement sur des quartiers urbains et où les consommations moyennes (donc les dépenses mensuelles pour l'eau) et les prix de vente de l'eau sont les plus élevés.

Pays	Bénin	Niger	Guinée	Mali	Ensemble
Taux d'effort moyen	2,2%	1,4%	2,4%	4,3%	3,6%

Tableau 27 : Taux d'effort moyen par pays

On a recherché le pourcentage du revenu affecté à l'eau au-delà duquel, en moyenne, les ménages considèrent que le prix de vente de l'eau est « cher ». On a pu montrer que lorsque

³⁵ Chi-2 = 7,61 et P de l'ordre de 6.10^{-3}

ce taux d'effort dépasse 6,5%, le prix est considéré comme cher³⁶ (voir Tableau 28 ci-dessous). Ce résultat a été obtenu à partir de la base de donnée globale (Mali, Niger, Guinée, Bénin).

Recherché sur l'ensemble des petits centres, ce taux d'effort maximum admissible y est sensiblement plus élevé³⁷ : 7,5%, mais il est de l'ordre de 4,5% sur l'ensemble des villes maliennes³⁸.

Remarquons qu'on retrouve là une sorte de confirmation a posteriori de l'idée couramment admise et généralement érigée en norme, suivant laquelle le taux d'effort maximal admissible pour l'eau serait de l'ordre de 5% des revenus.

Opinion concernant le prix de l'eau à la borne-fontaine	Pourcentage du revenu affecté à l'eau :		Ensemble
	Inférieur à 6,5%	Supérieur à 6,5%	
Bon marché ou normal	73,4%	60%	68%
Cher	26,6%	40%	32%
Total	100%	100%	100%

Tableau 28 : Tri croisé Opinion - Taux d'effort maximum admissible (valeur du % correspondant au chi-2 maximum)

1.7.3.4. Influence du sexe de l'enquêté et du payeur

Selon que la personne enquêtée est un homme ou une femme et ceci *indépendamment du fait que ce soit le mari ou l'épouse qui paye l'eau*, les résultats sont très différents³⁹ : en moyenne, les hommes (51%), plus que les femmes (31%), considèrent que le prix de l'eau aux bornes-fontaines est bon marché. Cela s'explique sans doute par les différences de revenus entre les hommes et les femmes, mais il est important de souligner que ces résultats sont indépendants du payeur.

1.8. Fiabilité des prévisions des taux de raccordement fondés sur les modèles comportementaux

Comme dans toute procédure d'échantillonnage, le premier critère - et le plus important - pour juger de la fiabilité des prévisions est de savoir si l'on a pu prédire la proportion correcte de raccordements, indépendamment de savoir si l'on a prédit le comportement exact de chaque ménage. Il s'agit de se rapprocher aussi près que possible de cette proportion avérée. En cas d'erreur, il est préférable que le taux de raccordement soit sous-estimé : il n'est pas souhaitable de recommander l'installation d'un réseau sur la base d'une estimation trop optimiste de la demande et des recettes.

Le second critère de la fiabilité se trouve au centre de l'évaluation de la technique et consiste à vérifier que chacun des ménages s'est comporté conformément à ce qu'il avait annoncé.

36 Chi-2 = 4,53 et P = 0,033

37 Chi-2 = 8,3 et P égale à 0,0039

38 Chi-2 = 4,8 et P égale à 0,022

39 Chi-2 = 12,43 et P de l'ordre de $2 \cdot 10^{-3}$

Trois éléments interviennent ici. Le premier est la *précision brute*, c'est-à-dire la proportion de l'échantillon pour lequel le comportement avéré a été correctement prédit. Le second est la *spécificité des prédictions de raccordement*, c'est-à-dire la proportion des ménages raccordés prédite correctement. Le troisième est la *sensibilité des prédictions pour les non-raccordés*, c'est-à-dire la proportion de ménages non raccordés prédite correctement⁴⁰.

Seule l'étude menée sur l'Etat de Kerala dans le cadre du programme de la Water Research Team de la Banque Mondiale et déjà présentée précédemment a suivi un protocole permettant de mesurer cette fiabilité des prévisions déduites des modèles comportementaux, grâce à une enquête ex-post destinée à observer le comportement réel (« avéré ») des ménages dont la décision avait été modélisée ex ante (avant mise en œuvre du projet) à partir de leur réponse à une enquête d'évaluation contingente trois ans plus tôt.

Comportement prédit par le modèle comportemental ^a	Comportement avéré		Total
	Se sont raccordés	Ne se sont pas raccordés	
Se raccorderont	10	13	23
Ne se raccorderont pas	18	128	146
Total	28	141	169

a. Prédiction fondée sur le modèle Probit calé sur l'enquête de 1988 auprès des ménages des sites B à eau rare.

Tableau 29 : Comparaison des comportements prédits et avérés des ménages des sites B dans les zones à ressources en eau rares (Kerala, Inde)

Les chiffres figurant au Tableau 29 ont été calculés à partir des données de l'échantillon des ménages enquêtés dans le site B à eau rare et du modèle comportemental figurant dans le Tableau 30 ci-dessous. Sur cette base, il avait été prédit que 13,6% (23/169) des ménages se connecteraient alors qu'en fait de 16,6% (28/169) se sont connectés. Le modèle répond ainsi au critère sécuritaire : il sous-estime le nombre de raccordements. La différence n'est cependant pas significative au niveau de confiance habituel de 95%. La précision brute est de 82%. La spécificité des prévisions de raccordement s'élève à 43%. La sensibilité des prévisions de non-raccordements est de 88%.

Ainsi, le modèle économétrique permet d'inférer de bonnes prévisions, sécuritaires de surcroît, et constitue donc probablement un bon outil d'aide à la décision. Les inférences qui peuvent être déduites du modèle concernant les élasticités (par rapport au prix, aux revenus et à la fiabilité par exemple) ainsi que les variations du bien-être individuel et des surplus collectifs sont probablement fiables.

Variable	Coefficient du modèle (test t de Student)
Constante	-0,1693 (-0,47)
Tarif	-0,0947 (-6,08)
Coût de raccordement	-0,0017 (-8,49)

40 La littérature d'épidémiologie statistique établit en effet une distinction entre spécificité et sensibilité. La spécificité concerne le problème des *faux positifs*, c'est-à-dire le nombre de familles dont on a prédit qu'elle se connecteraient mais qui ne se sont pas connectées. La sensibilité concerne le problème des *faux négatifs*, c'est-à-dire le nombre de familles dont on a prédit qu'elle ne se connecteraient pas mais qui se sont connectées

<i>Variable</i>	<i>Coefficient du modèle (test t de Student)</i>
Distance à la source d'approvisionnement actuelle (mètres)	0,0013 (2,83)
Temps d'attente à la source d'approvisionnement actuelle (minutes)	-0,0076 (-1,33)
Revenu per capita (roupies)	-0,000001 (-0,04)
Le ménage a l'électricité	0,2937 (1,35)
Nombre de chambres dans le logement	0,2677 (2,75)
Des femmes du ménage sont fonctionnaires	-0,3037 (-0,41)
Des hommes du ménage sont fonctionnaires	0,0741 (0,32)
Ménage hindou	-0,3984 (-2,17)
Le chef du ménage est une femme	-0,1017 (-0,51)
L'enquêté est une femme	0,1192 (0,71)
Etudes primaires incomplètes	0,3312 (1,47)
Etudes primaires complètes	0,2859 (1,22)
Etudes secondaires incomplètes	0,3709 (1,41)
Etudes secondaires complètes	0,6238 (2,63)
Etudes supérieures	0,4956 (1,36)
R ² corrigé	0,34
Taille de l'échantillon	1 416
Chi ² (degrés de liberté)	554(17)

Tableau 30 : Modèle Probit de la probabilité de choisir un branchement sur cour pour les sites B à eau rare (Enquête Kerala - 1988)

2. LES METHODES DIRECTES D'EVALUATION CONTINGENTE

Une grande partie des informations et recommandations figurant dans ce chapitre (2.1 à 2.7) sont extraites du manuel WASH consacré à la méthodologie des études de volonté de payer (WASH - 1988). Conformément aux termes de référence de la présente recherche, nous avons en effet traduit en français l'intégralité de cet ouvrage de référence. Plutôt que de placer la traduction en annexe, nous avons préféré remanié ce texte en y intégrant nos propres remarques, analyses et recommandations.

2.1. La conception du questionnaire de volonté de payer

2.1.1. Objectifs et structure générale du questionnaire

Les études d'évaluation contingente pour un assainissement amélioré sont normalement conçues pour obtenir des informations *quantitatives* sur :

- Ce que les ménages sont disposés à payer pour un service amélioré ;
- Les déterminants de cette volonté de payer, c'est-à-dire la façon dont cette dernière varie en fonction des caractéristiques du ménage, du (ou des) service(s) existant(s) et du service amélioré.

Pour obtenir ces informations, les questions qu'il est nécessaire de soumettre aux enquêtés peuvent être réparties en cinq groupes. Le questionnaire comportera donc généralement 5 parties :

- *1^{ère} partie* : consiste en questions destinées à mesurer les caractéristiques démographiques de l'enquêté et du ménage ;
- *2^{ème} partie* : regroupe les questions concernant les caractéristiques de l'approvisionnement en eau du ménage et ses pratiques en matière d'assainissement (équipements et services utilisés, coût pour le ménage, satisfaction de l'utilisateur, opinions vis-à-vis du système utilisé, etc.) ;
- *3^{ème} partie* : contient les questions destinées à mesurer la volonté de payer de l'enquêté pour le(s) système(s) d'approvisionnement en eau amélioré(s) ;
- *4^{ème} partie* : comprend les questions concernant les caractéristiques socio-économiques de l'enquêtés et du ménage, y compris sur le niveau d'éducation, les revenus et les dépenses,

la possession de biens, les catégories socioprofessionnelles (CSP), la religion et les caractéristiques de l'habitat ;

- **5^{ème} partie** : questions dites « de contrôle », destinées à l'enquêteur (qualité de l'interview notamment).

Il peut être utile d'introduire la 2^{ème} partie par des questions plus générales sur les problèmes que l'enquêté considère comme prioritaires quant à l'environnement de son quartier ou à l'amélioration de son habitat. Ces questions ont un double avantage :

- (i) Identifier les problèmes les plus importants de la zone et donc resituer pour le projet l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable parmi les problèmes ressentis comme prioritaires par la population ;
- (ii) Montrer à l'enquêté qu'il y a des problèmes autres que celui dont il est question dans l'enquête, ce qui permet d'avoir une réponse plus réfléchie et plus fiable aux questions concernant sa volonté de payer.

La structure générale d'un questionnaire-type d'enquête de volonté de payer, telle que nous venons de l'exposer, implique un grand nombre de questions et un questionnaire très lourd, long et coûteux à administrer. En réalité, il n'existe pas de questionnaire « standard » et la structure décrite ci-dessus ne doit être considérée que comme une structure « idéale » devant faire l'objet d'une adaptation très rigoureuse aux spécificités du site et aux objectifs et contraintes spécifiques de l'étude.

Il existe en pratique une limite à la durée pendant laquelle la plupart des enquêtés dans une culture donnée répondront aux questions d'un enquêteur. Cette durée peut varier d'un ménage à l'autre et parmi les membres du ménage de même qu'à différents moments de la journée. Avant de concevoir un questionnaire, l'analyste doit déterminer la durée pendant laquelle on peut raisonnablement mobiliser les enquêtés pour répondre aux questions. Cette limite peut être déterminée en demandant à des sociologues qui ont eu une expérience d'enquête dans la zone étudiée ainsi qu'à l'occasion de la pré-enquête test. Elle peut ou non contraindre la longueur du questionnaire, car d'autres facteurs sont susceptibles eux aussi de la limiter, mais il serait contre-productif de concevoir un questionnaire qui requiert par exemple 1h30 d'interview par enquêté si la majorité d'entre eux ne consentent pas à y consacrer plus de 45 minutes.

- Il faut également prendre en compte le temps disponible pour le travail de terrain et celui alloué à l'analyse des données car ils peuvent limiter le nombre et le contenu des questions. Une durée étant donnée pour le travail de terrain, l'analyste sera typiquement placé devant un choix entre deux alternatives opposées : réaliser un nombre moindre d'interviews plus longues ou un nombre plus important d'interviews plus courtes. Il peut être nécessaire de limiter voire d'exclure des questions sur certains sujets afin d'obtenir un échantillon de taille suffisante pour garantir des résultats statistiquement significatifs. De même, il n'y a pas lieu de collecter des informations qui ne pourront pas être analysées compte tenu du temps et du budget disponibles pour réaliser l'étude. Dans les cas extrêmes, cela peut signifier que le questionnaire inclura seulement les questions sur la volonté de payer et abandonnera les questions sur les pratiques d'approvisionnement en eau et les caractéristiques socio-économiques. Dans un tel cas, l'analyste ne saura guère mesurer la validité probable de la volonté de payer exprimée ou ne pourra pas prévoir ce qui adviendra de la demande si des changements ont lieu dans le contexte économique ou social.

On ne saurait trop insister sur la nécessité de formuler les objectifs de l'enquête de façon claire et hiérarchisée. En effet, des questions très diverses intéressent le décideur pour la planification d'un système amélioré et peuvent être abordées à travers ce type d'enquête. Notre expérience et la revue des études menées nous ont montré que les termes de référence sont souvent très ambitieux. On y trouve à peu près tous les objectifs que l'on peut assigner à une investigation de terrain par sondage (connaissance des pratiques liées à la gestion domestique de l'eau et de l'assainissement, attitudes et comportements) auxquels sont ajoutés les objectifs spécifiques à une étude de volonté de payer ainsi que l'obligation d'analyser les facteurs déterminants de cette volonté de payer.

Fréquemment, les questions de la deuxième partie concernant les pratiques des ménages en matière d'approvisionnement en eau ne sont pas seulement posées à des fins de validation de la volonté de payer exprimée mais aussi parce qu'il est jugé nécessaire d'améliorer la connaissance fragmentaire que l'on peut en avoir a priori de façon à mieux caler le niveau de service du système amélioré que l'on se propose de mettre en place ou à juger de sa pertinence. On profite ainsi de l'enquête de volonté de payer pour déterminer par exemple les modes d'approvisionnement en eau existants, leurs caractéristiques, les quantités d'eau qui y sont consommés et pour quels usages, l'étendue des pratiques de revente de l'eau et son coût pour l'utilisateur, les modalités de partage des factures des ménages raccordés, etc.

De surcroît, il est parfois demandé de déterminer la volonté de payer des ménages pour plusieurs niveaux de service, par exemple pour un raccordement au réseau et pour un approvisionnement par bornes-fontaines payantes, ou bien pour différentes modalités de paiement d'un même service, ou bien encore pour différentes caractéristiques d'un même service, par exemple pour des bornes-fontaines situées à moins de 200 mètres et pour des bornes-fontaines à moins de 400 m. On est alors conduit à multiplier les questions de la partie 3 destinées à éliciter la volonté de payer.

Si cette ambition nous semble excessive, souvent démesurée et irréaliste par rapport aux moyens alloués ou à la capacité des enquêtés à se mobiliser pour répondre aux questionnaires parfois interminables qui leur sont soumis, il apparaît manifestement qu'elle découle d'une compréhension encore peu claire de la spécificité des études de volonté de payer.

Ainsi, les termes de référence de nombreuses études de volonté de payer ont repris les spécifications des premières études menées dans les années 80. Ces dernières, qui se plaçaient souvent dans le cadre du programme de recherche que pilotait la Banque Mondiale sur ce thème, accordaient une importance particulière à la validation des résultats de ce type d'étude et incluaient donc toutes les questions des parties 1, 2, 4 et 5 pour permettre, à travers l'analyse des déterminants de la volonté de payer, de s'assurer que les biais stratégiques et hypothétiques n'entachaient pas les réponses des enquêtés.

Puisque l'on sait à présent que les risques majeurs de biais relèvent davantage du défaut d'information des populations sur le(s) service(s) amélioré(s) proposé(s) et que l'on a une idée plus précise des principaux déterminants de la demande :

- (i) les questionnaires devraient être considérablement allégés pour se concentrer sur la partie centrale d'élicitation de la volonté de payer (partie 3) et ne retenir, dans les autres parties, que les questions relatives aux variables déterminantes, réellement utiles pour valider les réponses ;

- (ii) l'étude de volonté de payer devrait être menée de préférence plus à l'aval du processus de planification, de façon à réduire la durée, parfois très longue (2 ou 3 ans), qui s'écoule entre l'enquête et la mise en œuvre du projet, c'est-à-dire le moment où le service deviendra réellement disponible pour la population. Ceci permettrait d'éviter le risque de planifier un système sur une volonté de payer qui a pu changer entre-temps avec l'évolution du contexte socio-économique.

L'intérêt de cette dernière recommandation est encore accru lorsque le projet envisage une phase de démonstration à échelle réduite, sur un quartier par exemple, pour tester la faisabilité d'un système amélioré et en montrer les avantages à la population. Mieux informée de la nature du service proposé et plus consciente des bénéfices qu'elle peut en retirer, la population exprimera une volonté de payer plus fiable si elle est consultée à l'issue de cette phase.

Au stade des études préliminaires du projet, l'analyse de la demande peut se limiter à des méthodes d'investigation plus légères et plus faciles à administrer, qu'elles soient quantitatives (enquête-ménages mais avec un questionnaire allégé, mais aussi observations et comptages aux sources d'approvisionnement existantes⁴¹) ou qualitatives (notamment « focus groups »⁴²).

Dans tous les cas et notamment lorsque les termes de référence sont trop généraux ou lui apparaissent hors de proportion avec les contraintes matérielles, l'analyste doit soigneusement identifier les problèmes prioritaires auxquelles il s'agit d'apporter une réponse pour la prise de décision et, en concertation avec le chef de projet, limiter les questions abordées dans l'instrument d'enquête à la résolution de ces problèmes. C'est ce processus négocié de clarification, de discernement et de hiérarchisation des objectifs assignés à l'étude de volonté de payer qui déterminera pour l'essentiel le contenu du questionnaire.

2.1.2. Formulation des questions destinées à éliciter la volonté de payer

Dans une société où la proportion de personnes illettrées peut être substantielle, il n'y a guère que deux approches possibles pour formuler les questions destinées à éliciter la volonté de payer pour un service amélioré.

2.1.2.1. Questions directes

La première approche consiste à poser directement la question du montant maximum que la personne serait disposée à payer pour bénéficier du service. Par exemple : « Combien accepteriez-vous de payer au maximum chaque mois pour avoir une borne-fontaine à moins de 100 mètres de chez vous ? ».

La littérature technique fait état de deux inconvénients majeurs pour ce type de formulation.

En premier lieu, le sens même de la question peut être difficile à traduire. En Haïti, par exemple, les enquêtés n'étaient pas certains de ce qu'ils devaient comprendre par

41 Voir infra chapitre Partie I.2.6 page 101

42 Voir infra chapitre Partie I.2.3.2 page 86

« maximum ». L'un d'eux, en particulier, a demandé à l'enquêteur s'il voulait dire « sous la menace d'un revolver ? ». L'enquêteur lui avait répondu qu'on lui demandait ce qu'il accepterait *librement* de payer mais ceci ne fit qu'ajouter à la confusion puisque l'enquêté répliqua alors que s'il était libre de décider, il préférerait bien sûr ne rien payer du tout.

On voit ainsi que le concept de « montant maximum » qu'un individu accepte de payer dépend d'une compréhension claire des arrangements institutionnels en place et de la valeur accordée localement aux droits de l'homme et à la propriété privée. Dans certaines sociétés où les populations sont accoutumées à voir ces droits arbitrairement confisqués par les pouvoirs publics ou par d'autres groupes, ce concept est aisément associé à des notions de coercition.

Le second problème que pose cette formulation est apparenté au premier : les enquêtés répondent souvent à la question en demandant combien ils *devraient* payer ou combien il serait *nécessaire* qu'ils payent pour bénéficier du service. Nombreux sont les enquêtés qui refusent de s'engager sans connaître le coût réel du service. La plupart semblent atterrir sur la notion de prix « juste ». Ils ne veulent pas payer plus que nécessaire et veulent savoir ce que l'on attend exactement d'eux.

2.1.2.2. Jeu d'enchères

La formulation alternative aux questions de volonté de payer consiste à demander si oui ou non l'enquêté accepterait de payer un montant donné pour bénéficier du service. Par exemple : « Si un comité d'eau fixait une charge mensuelle de X Frs CFA par ménage pour bénéficier de bornes-fontaines et que la plus proche soit à moins de 100 mètres de chez vous, choisiriez-vous de payer cette somme pour vous approvisionner à la borne-fontaine ou continueriez-vous à utiliser votre source d'approvisionnement actuelle ? ».

Si le choix proposé à l'enquêté est clairement spécifié dans ses modalités⁴³, cette méthode semble donner de bien meilleurs résultats que la méthode précédente. Dans certains cas, on peut choisir de ne poser qu'une seule question de ce type mais on se prive alors de la possibilité d'une révélation plus précise des préférences des enquêtés. Typiquement, deux ou trois questions de type oui/non sont posées successivement, en changeant le prix à chaque fois, à la baisse si l'enquêté a accepté de payer le prix précédent, à la hausse s'il a refusé.

Une telle séquence de questions est appelée « jeu d'enchères » parce que l'enquêté est effectivement amené à « miser » pour le service proposé comme dans une vente aux enchères.

On peut être forcé de ne poser qu'une seule question de type oui/non lorsque les enquêtés refusent massivement le principe du jeu d'enchères, par exemple parce que les questions leur semblent trop hypothétiques. Dans ce cas, la taille de l'échantillon doit être accrue pour compenser cette perte d'information.

Le questionnaire ci-dessous (voir Figure 6) présente un exemple fictif d'un tel jeu d'enchères. La plupart des enquêtes de volonté de payer ont adopté un schéma type analogue.

43 voir infra chapitre Partie I.2.1.3 pages 74 et suivantes

« Supposons qu'un comité de quartier pour l'eau potable d'eau installe des bornes-fontaines et demande une participation mensuelle pour utiliser ces bornes-fontaines. Si la plus proche était à moins de 100 mètres de chez vous, accepteriez-vous de payer FCFA par mois pour vous y approvisionner ou bien continueriez-vous à utiliser votre source d'approvisionnement actuelle ? »

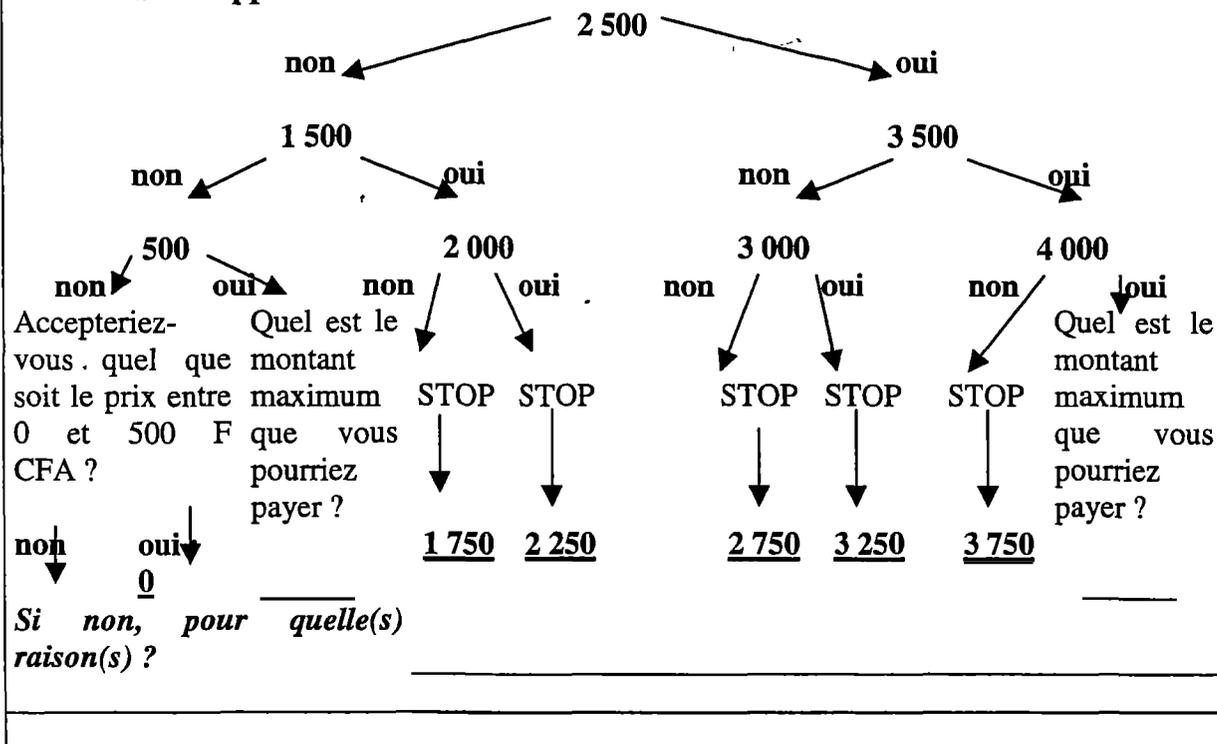


Figure 6 : Modèle de jeu d'enchères à 3 degrés

Pour le service amélioré proposé dans cet exemple, le « jeu d'enchère » consiste en une succession de 3 prix. Le plus petit prix possible (proposé à ceux qui ont répondu « non » aux deux premiers prix) a été choisi *suffisamment faible pour qu'en deçà de ce prix, l'offre puisse être considérée sans ambiguïté comme « cadeau »* (dans notre exemple : 500 Frs CFA par mois). A ceux qui n'acceptent pas ce prix, on demande alors s'ils accepteraient le système à un *prix quelconque inférieur à ce montant*. Dans l'affirmative, on estime alors que *la volonté de payer de l'enquêté est nulle* (0). Dans la négative, on considère que l'enquêté n'est intéressé à *aucun prix*, ce qui équivaut à un *refus de payer*. Du point de vue théorique, cette distinction est importante : une volonté de payer nulle signifie que l'enquêté est intéressé (il y a un surplus possible) mais ne veut pas ou, plus vraisemblablement, ne peut pas payer pour réaliser ce surplus. Un refus de payer peut indiquer un manque d'intérêt (l'enquêté est satisfait de son mode actuel d'approvisionnement), une défiance vis-à-vis des conditions de l'offre (par exemple : l'enquêté n'a pas confiance dans le comité d'eau pour gérer le système), une incapacité à prendre la décision (par crainte de s'engager par exemple ou de s'exprimer au nom de son ménage) ou bien encore parce que l'une des conditions de l'offre ne lui agréait pas (refuse par exemple le mode de paiement mensuel et préférerait payer au seau plutôt que par mois). Aussi demande-t-on dans ce cas à l'enquêté la raison de son refus.

Si l'enquêté a accepté de payer chacun des trois prix qui lui ont été successivement soumis, il lui est alors demandé le montant maximum qu'il accepterait de payer pour bénéficier du système proposé. Le montant déclaré est alors attribué à la valeur de la variable « volonté de payer » de l'enquêté pour le système considéré.

A l'exception de ce dernier cas et de celui du refus de paiement, la volonté de payer de l'enquêté se situe alors à l'intérieur de 6 intervalles possibles dans notre exemple :

1. De 500 à 1 500 Frs CFA
2. De 1 500 à 2 000 Frs CFA
3. De 2 000 à 2 500 Frs CFA
4. De 2 500 à 3 000 Frs CFA
5. De 3 000 à 3 500 Frs CFA
6. De 3 500 à 4 000 Frs CFA

On remarque que l'amplitude des intervalles est égale (500 Frs CFA) à l'exception du premier intervalle, parce que le prix le plus bas proposé a été choisi de façon à être très faible (voir supra). C'est pourquoi l'on demande à ceux qui ont accepté de payer ce prix, soit 500 Frs mais pas 1 500 Frs, de donner le montant maximal qu'ils seraient disposés à payer. Pour les autres intervalles, on peut attribuer à la volonté de payer une valeur égale à la moyenne arithmétique des bornes de cet intervalle. Par exemple, si l'enquêté a refusé un prix initial (dit « mise d'entrée ») de 2 500 Frs, accepté le second prix (1 500 Frs) puis accepté le troisième (2 000 Frs), sa volonté de payer sera prise égale à $(2\ 000 + 2\ 500)/2$, soit 2 250 Frs. Il s'agit évidemment d'une simplification mais il a été montré qu'elle ne biaise pas trop les résultats⁴⁴.

Les différents prix (ou mises) proposés au jeu d'enchère sont choisis de telle sorte que les intervalles possibles dans lesquels tombe la volonté de payer soient d'amplitude égale, à l'exception du premier pour la raison développée plus haut.

Le choix de la mise d'entrée (premier prix proposé à l'enquêté) exige quelques explications.

Théoriquement, cette valeur n'a pas d'influence sur le résultat : si l'enquêté a clairement compris le mécanisme du « jeu d'enchère » qui lui est proposé ainsi que les caractéristiques et conditions d'obtention du système proposé, l'enquêté évalue a priori et avant même que lui soit proposée la première mise le montant qu'il est prêt à payer pour bénéficier de ce système. En pratique, il y a au moins deux raisons pour lesquelles le choix de la mise d'entrée n'est pas indifférent :

- Comme dans tout processus de « marchandage », auquel se réfère implicitement le jeu d'enchère⁴⁵, une mise d'entrée exagérément élevée par rapport au prix du marché - à condition bien sûr que celui-ci existe pour un service proche ou alternatif - peut provoquer le rejet du « client » et son refus de payer quoi que ce soit ;
- La qualité des prévisions que l'on peut réaliser sur la base des valeurs de la volonté de payer est d'autant meilleure que ces valeurs se répartissent « harmonieusement » autour de la mise d'entrée et suivant les différents intervalles possibles.

Cette seconde raison pose a priori un problème méthodologique. Elle implique notamment que les résultats devraient être connus à l'avance, de façon à adopter pour les différentes mises les valeurs des quantiles de la volonté de payer et en particulier d'affecter à la mise d'entrée la volonté de payer médiane, ce qui est évidemment impossible. Le problème peut être contourné de plusieurs façons. Lorsqu'il existe déjà un marché pour un service proche de celui qu'on propose (par exemple une revente de voisinage alors que l'on étudie la volonté de payer pour des bornes-fontaines payantes), les prix pratiqués fournissent une borne inférieure

44 voir infra, chapitre Partie I.2.5.1 page 93

45 il est même parfois précisé à l'enquêté dans les explications préalables à la partie sur la volonté de payer que « cette méthode est identique à celle que l'on pratique sur nos marchés »

pour les prix que l'on proposera pour le service amélioré. On peut évidemment aussi raisonner par analogie avec un site connu dont les caractéristiques sont proches de celui étudié et où existe déjà un service analogue à celui que l'on propose dans le site d'étude. Enfin, on peut se fonder sur les indications fournies par la pré-enquête test, ou, plus en amont encore, par les « focus groups »⁴⁶.

2.1.3. Description des modalités du service

Avant que l'enquêteur ne pose les questions de volonté de payer, l'enquêté doit avoir une **compréhension claire du service** pour lequel on lui propose d'exprimer sa volonté de payer et des conditions dans lesquelles ce service sera fourni. De plus, **tous les enquêtés doivent avoir la même compréhension** puisque l'on veut que les variations interindividuelles de la volonté de payer reflètent celles des bénéficiaires que les individus sont susceptibles de retirer d'un même service. L'enquêteur lit donc une déclaration préliminaire⁴⁷ qui décrit ou « met en scène » le service hypothétique, sans oublier les arrangements institutionnels (notamment qui le gèrerait par exemple) et les modalités de recouvrement des coûts. Le montant qu'un individu consent à payer peut très bien dépendre de tels facteurs ; aussi est-il très important que l'enquêteur communique exactement ce qui est proposé. A cet égard, on ne doit pas hésiter à insister pour que les enquêteurs lisent précisément cette déclaration préliminaire, de telle sorte qu'il n'en soit pas donné aux enquêtés des versions légèrement différentes d'un enquêteur à l'autre.

En pratique, il est souvent difficile d'atteindre cet objectif en conservant à la déclaration préliminaire une longueur raisonnablement courte.

Supposons par exemple que l'on demande si l'enquêté s'il serait disposé à payer un tarif forfaitaire de X Frs, sans comptage de l'eau consommée, pour bénéficier d'un branchement à domicile. Dans sa décision, il peut se dire qu'il vendra de l'eau à ses voisins non raccordés et qu'il en profitera aussi pour irriguer un grand jardin potager. Un autre enquêté répondra en imaginant que ces pratiques ne seront pas autorisées. Ce qui apparaîtrait alors à première vue comme une différence majeure entre les bénéfices retirés du service offert par ces deux enquêtés reflèterait en réalité leur interprétation différente des termes du contrat qui leur était soumis.

- Un autre exemple est fourni par l'étude de la volonté de payer menée par WASH à Laurent (Haïti), dans laquelle la déclaration préliminaire stipulait que « le système d'approvisionnement en eau sera géré par un comité formé de représentants de la population de Laurent ». Après que la première question lui a été soumise, un enquêté demanda qui ferait partie du comité d'eau. Il expliqua qu'il refuserait de payer si les membres du comité étaient les mêmes que ceux qui composait l'ancien comité, parce que ces derniers ne s'étaient pas souciés d'étendre le service à son quartier et qu'il n'avait pas confiance en eux pour l'argent. Compte tenu de l'opinion qu'il avait des anciens gestionnaires, il s'agissait là d'une réponse très raisonnable puisque la déclaration préliminaire n'avait pas spécifié en détail comment le nouveau système serait géré (Whittington et al. - 1987).

46 voir infra chapitre Partie I.2.3 pages 86 et suivantes

47 Cette déclaration préalable à la partie du questionnaire concernant la volonté de payer, dans laquelle sont décrites les caractéristiques de l'"offre" c'est-à-dire du service pour lequel on va demander à l'enquêté ce qu'il est disposé à payer, est distincte de la déclaration préliminaire de l'interview, dans laquelle l'enquêteur se présente, explique brièvement l'objectif de l'enquête, et demande à l'enquêté s'il accepte de répondre aux questions.

souciés d'étendre le service à son quartier et qu'il n'avait pas confiance en eux pour l'argent. Compte tenu de l'opinion qu'il avait des anciens gestionnaires, il s'agissait là d'une réponse très raisonnable puisque la déclaration préliminaire n'avait pas spécifié en détail comment le nouveau système serait géré (Whittington et al. - 1987).

Il est bien entendu extrêmement difficile de prévoir à l'avance jusqu'à quel niveau de détail cette déclaration préliminaire doit aller : a priori un très grand nombre de facteurs, liés aux dispositions techniques, financières, institutionnelles ou gestionnaires sont susceptibles d'influer sur la volonté de payer. Il nous semble que la meilleure précaution consiste à soumettre différentes propositions à des « focus groups »⁴⁸.

2.1.4. Adaptation des questions de volonté de payer aux systèmes spécifiques

Ce chapitre a pour but d'apporter des précisions sur la meilleure façon de formuler les questions et/ou les déclarations préliminaires destinées à éliciter la volonté de payer en fonction des systèmes proposés.

S'agissant de services améliorés d'approvisionnement en eau potable, le questionnaire de volonté de payer doit être tout particulièrement clair sur les spécifications apportées à l'enquête concernant trois types de caractéristiques du service : l'emplacement de la source d'approvisionnement, la fiabilité du service et ses heures d'accès, le prix d'accès au service et les méthodes de paiement.

2.1.4.1. Distribution par points d'eau collectifs

Emplacement

Lorsque le service amélioré consiste en un système de distribution par points d'eau collectifs, c'est-à-dire par bornes-fontaines ou par pompes manuelles, il existe deux façons principales de spécifier l'emplacement des points d'eau dans les questions de volonté de payer ou dans leur déclaration préliminaire. On peut soit indiquer que le point d'eau le plus proche sera situé à moins d'une certaine distance (par exemple : à moins de 100 mètres comme dans l'exemple de jeu d'enchères vu précédemment⁴⁹) de chaque ménage, soit qu'il sera (ou qu'ils seront) implanté(s) à certains emplacements spécifiés (par exemple : à coté du dispensaire du quartier, dans la cour de l'école, etc.). Ces deux méthodes présentent chacune des avantages et des inconvénients. La dernière est plus précise mais n'est généralement faisable que dans un village, un petit centre ou un quartier unique, c'est-à-dire une zone dans laquelle le nombre d'emplacements est limité. Chaque enquêté doit connaître l'emplacement spécifié pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté à ce sujet. Spécifier ainsi de façon précise l'emplacement des futurs points d'eau au niveau de l'enquête de volonté de payer présente l'inconvénient de risquer de soulever une polémique dans la communauté. Le principal inconvénient de la première méthode réside dans le fait que les enquêtés peuvent ne pas comprendre exactement ce que signifie une distance exprimée en mètres. L'exprimer en temps de déplacement équivalent présente le même inconvénient.

48 Voir infra chapitre Partie I.2.3.2 pages 86 et suivantes

49 Voir supra Figure 6 page 72

WASH propose la formulation alternative suivante, qui combine des aspects des deux méthodes décrites :

« Supposons que la canalisation soit installée dans la rue principale et que 5 bornes-fontaines soient installées le long de la route à égale distance les unes des autres (...) ».

Fiabilité

Dans de très nombreuses villes, centres ou villages, les services d'eau potable (réseau ou points d'eau collectifs), connaissent des dysfonctionnements (pannes de générateur, remplacement d'une pompe, coupures d'eau, etc.) qui les rendent indisponibles pendant des périodes plus ou moins longues. La valeur accordée par l'enquêté au service proposé dépendra souvent de ce qu'il pense ou suppose que sera sa fiabilité, en fonction de sa propre expérience ou de celle dont lui ont fait part connaissances ou amis qui ont pu en juger. Si l'on veut déterminer le surcoût que les ménages sont prêts à payer pour bénéficier d'un service plus fiable, on pourra par exemple administrer l'enquête de volonté de payer à un sous-échantillon pour lequel sera spécifié un premier niveau de fiabilité (par exemple 5 heures par jour) et à un second sous-échantillon pour lequel le niveau de fiabilité sera supérieur (par exemple 24 heures sur 24).

Généralement, le gestionnaire ou le maître d'ouvrage du système souhaite au minimum connaître la volonté de payer des ménages pour le plus haut niveau de service possible sous des hypothèses réalistes de faisabilité technique. Comme il est rarement réaliste de songer que le service pourra être assuré de façon continue 24 heures sur 24 et 365 jours par an, la spécification d'un tel niveau de fiabilité dans la formulation des questions peut rendre ces dernières inutilement hypothétiques.

En plus du niveau de fiabilité, il est nécessaire de spécifier quels seraient les horaires d'ouverture des bornes-fontaines ou des pompes manuelles.

Méthode de recouvrement des coûts

Plusieurs procédures ou méthodes peuvent être employées pour recouvrer les coûts d'investissement et d'exploitation des systèmes d'approvisionnement en eau potable par points d'eau collectifs⁵⁰ et le questionnaire doit clairement spécifier l'hypothèse dans laquelle on se place à cet égard. Le moyen le plus courant consiste à pratiquer un tarif de vente au récipient, ou plutôt une gamme de tarifs différenciés suivant la taille du récipient (par exemple : 10 Frs CFA le seau de 10 ou 15 litres, 20 Frs la bassine ou les 2 seaux de 10 litres, 200 Frs le fût de 200 litres), encaissé par le fontainier-percepteur au moment du remplissage. Si un tel mode de gestion et de recouvrement des coûts est envisagé, la question de volonté de payer spécifiera un prix de vente par récipient, en prenant soin de choisir le type de récipient le plus couramment utilisé pour le transport de l'eau. Lorsque l'enquêté accepte de payer un montant spécifié, il est alors intéressant de demander combien de récipients les membres de son ménage achèteraient de récipients chaque jour ou chaque semaine.

Un mécanisme alternatif de recouvrement des coûts consiste à appliquer une taxe par ménage ou par personne qui conduit donc chaque famille utilisatrice à payer une participation forfaitaire. Si un tel mécanisme est envisagé, ce qui peut être pertinent en particulier pour les

50 Pour une analyse des différents mode de recouvrement des coûts, voir (Van Wijk-Sijbesma - 1989)

villages ou petits centres dans lesquels la gestion sera assurée par un comité et notamment pour des systèmes à pompage solaire⁵¹, le questionnaire devra alors spécifier en détail non seulement le montant de la participation financière mais aussi sa fréquence de paiement (par exemple : chaque mois, chaque année ou lorsqu'une levée de fonds est rendue nécessaire par une intervention de maintenance) et si elle sera identique ou non pour tous les ménages. Dans certaines communautés rurales, le principe de paiements répétés et réguliers peut être inhabituel et mal compris et il sera alors indispensable de le clarifier aux yeux des enquêtés et d'expliquer pourquoi il serait nécessaire d'y recourir.

Si le choix du cadre institutionnel et du mécanisme financier est lui-même soumis à l'étude de la volonté de payer pour un système amélioré, alors le questionnaire peut être conçu pour mesurer les préférences des ménages pour différents arrangements. Par exemple, l'étude de volonté de payer menée en Tanzanie et financée par l'USAID a inclus deux jeux d'enchères dans le questionnaire (Whittington et al. - 1989c). Dans le premier, il était demandé à l'enquêté s'il accepterait de payer un certain prix spécifié par seau pour s'approvisionner à un nouveau système de bornes-fontaines kiosques et combien de seaux il achèterait chaque jour dans ce cas. Dans le second jeu d'enchère, il lui était demandé s'il accepterait de payer une certaine somme mensuelle à un comité d'eau pour bénéficier d'un accès libre et illimité aux bornes-fontaines du village. En comparant les enchères obtenues dans ces deux jeux d'enchères, l'analyste peut tirer des enseignements précieux sur les préférences des ménages concernant les modes de paiement du service.

2.1.4.2. Systèmes de distribution par branchements particuliers

Emplacement et fiabilité

Dans le cas d'un branchement domiciliaire, la question de l'emplacement ne se pose pas de façon aussi importante que dans celui des points d'eau collectifs, bien que les enquêtés doivent comprendre clairement s'il s'agit d'un robinet sur cour ou d'un robinet à l'intérieur du logement. La question de la fiabilité, quant à elle, se pose dans les mêmes termes que pour les systèmes de distribution collective.

Méthode de recouvrement des coûts

Il y a deux moyens principaux de recouvrer les coûts de l'eau dans un système-réseau : par mesurage de la consommation au compteur et application d'un tarif qui soit une fonction de cette consommation, ou bien sans comptage et avec un tarif forfaitaire ou fondé sur une autre assiette que la consommation.

Dans le cas d'un tarif forfaitaire, la question de volonté de payer pourrait être formulée simplement de la façon suivante :

« Supposons que le prix à payer pour bénéficier d'un robinet à domicile soit de X Frs par mois. Pour cette somme, vous et les membres de votre ménage peuvent utiliser autant d'eau que vous le souhaitez. Vous êtes (vous n'êtes pas) autorisés à vendre de l'eau à vos voisins et vous êtes (vous n'êtes pas) autorisés à utiliser l'eau pour arroser des plantations. Choisiriez-vous demander un branchement dans ces conditions et à ce prix ? »

51 Au contraire des autres systèmes de distribution collectives, les coûts fixes sont en effet largement prépondérants par rapport aux charges proportionnelles à la consommation

Dans le cas d'une tarification plus ou moins proportionnelle à la consommation, il est beaucoup moins facile de formuler la question de façon à ce qu'elle soit comprise par des personnes qui n'ont pas l'habitude de payer le coût d'un service d'approvisionnement *par unité de volume*. Par exemple, si l'on demande à un enquêté s'il se connecterait au réseau pour un prix de X Frs par mètre cube, celui-ci sera contraint, pour estimer sa consommation mensuelle, d'effectuer un calcul dont il peut être incapable, surtout dans le cas le plus fréquent où il ne connaît guère que le nombre de récipients (éventuellement de plusieurs types) que sa famille consomme chaque jour (et qui varie de surcroît d'un mois à l'autre selon les saisons et même d'un jour à l'autre : jour de lessive par exemple, etc.). De plus, il peut n'avoir aucune idée de la façon dont la consommation de sa famille augmentera lorsqu'un robinet sera installé au milieu de sa cour, ne pas même y songer ou la mésestimer⁵².

Le problème peut être partiellement contourné en rapportant le prix proposé dans la formulation de la question à une unité de récipient qui soit familière et connue de tous. Lors de l'étude de volonté de payer menée par WASH à Onitsha (Nigeria), on demanda ainsi aux enquêtés s'ils étaient disposés à payer une certaine somme par fût pour bénéficier d'un branchement particulier car la vente par fût était couramment pratiquée sur l'ensemble de la ville.

Coût de raccordement

Il est possible que le problème et obstacle principal au raccordement d'un ménage ne réside pas dans le niveau de tarif mensuel mais dans le coût initial à acquitter. Ceci a une implication sur la conception du questionnaire mais aussi sur l'échantillonnage. Il est en effet peu probable qu'un enquêté puisse répondre de façon fiable à une série de questions où l'on ferait varier à la fois le montant du coût initial de raccordement *et* le tarif unitaire de consommation ou le tarif mensuel forfaitaire. On doit alors choisir lequel des deux fera l'objet des questions de volonté de payer ou bien, si l'on décide de mesurer comment l'un et l'autre affectent la décision de se raccorder, il sera alors nécessaire d'administrer le jeu d'enchères où le coût initial de raccordement varie à un premier sous-échantillon (en fixant le coût mensuel ou le tarif unitaire) et celui c'est le coût mensuel ou le tarif unitaire qui varie à un second (avec un coût initial de raccordement fixe). La taille de l'échantillon total devra alors être accrue.

Lorsque le préfinancement du raccordement peut être assuré et la récupération de son coût envisagé à travers le tarif, soit de façon temporaire sur un certain nombre de mois soit de façon permanente par le biais d'une surtaxe, il est alors pertinent de faire porter le jeu d'enchères sur les charges récurrentes (tarif unitaire ou charge mensuelle fixe) en spécifiant que le ménage n'a rien à payer initialement. Si la volonté de payer des ménages s'avérait suffisamment élevée, l'étude apporterait alors la preuve de la faisabilité d'une telle politique.

Assainissement des eaux usées ménagères

Un autre problème que peut soulever la conception des questions de la volonté de payer pour bénéficier d'un branchement à domicile est celui de l'assainissement des eaux usées

52 Ceci ne veut pas dire que les enquêtés ne soient pas conscients des risques d'accroissement considérable de la consommation familiale une fois raccordés : lors de l'enquête WASH à Onitsha (Nigeria), alors qu'on lui demandait s'il était disposé à payer une certaine somme équivalente par fût pour disposer d'un branchement particulier sur cour, un enquêté refusa alors que le prix auquel il achetait les fûts auprès d'un revendeur était très supérieur. Il justifia ensuite sa réponse en expliquant qu'il aurait sûrement beaucoup de mal à éviter que ses enfants gaspillent l'eau du robinet lorsqu'il lui-même et sa femme seraient au travail (Whittington et al. - 1989b).

ménagères. En effet, anticipant une augmentation importante de leur consommation s'ils se raccordent au réseau plutôt que de continuer à aller la chercher et à la porter, les ménages peuvent imaginer différentes solutions pour se débarrasser de leurs eaux usées (et donc différents coûts) lorsqu'ils décident du montant qu'ils peuvent alors envisager de payer. Aussi peut-il être nécessaire d'aborder cette question dans la déclaration préliminaire.

2.1.5. Pratiques d'approvisionnement en eau existantes et opinions

Comme on l'a mentionné plus haut, le questionnaire de volonté de payer devrait inclure une partie destinée à recueillir des informations sur les modes d'approvisionnement en eau existants et l'opinion des ménages les concernant, de façon à ce que l'analyste puisse examiner les relations entre la volonté de payer des ménages pour un système amélioré et leurs pratiques actuelles. Cette partie doit de préférence précéder celle contenant les questions d'élicitation de la VDP, de telle sorte à ce que l'enquêté puisse commencer à réfléchir à sa situation actuelle avant d'exprimer la valeur qu'il accorde à une amélioration possible.

De façon à permettre une compréhension fine du choix des ménages, il est tout aussi important de savoir quelles sources d'approvisionnement ils n'utilisent pas que de connaître celles auxquelles ils recourent. Pour bien concevoir les questions correspondantes et les items proposés, la première étape est donc de déterminer toutes les options possibles. Elles peuvent inclure à la fois des sources traditionnelles (puits, sources, fleuves, marigots, récupération d'eau de pluie) et des sources d'approvisionnement améliorées, ainsi que l'achat d'eau à des revendeurs-livreurs ou à des revendeurs de voisinage (Morel à l'Huissier - 1990).

Pour *chacun des types possibles de sources d'approvisionnement*, il est important que l'instrument d'enquête pose les questions suivantes :

- Utilisation ou non de ce type de source ;
- Si oui, quantité d'eau prélevée à cette source ;
- Usage de l'eau prélevée à cette source (en distinguant au moins boisson / autres usages et si possible parmi ces derniers : lessive / toilette / usage commercial) ;
- Le prix de l'eau à cette source ;
- La distance séparant le domicile de cette source ;
- Le temps d'attente moyen ou maximum à cette source ;
- La perception que l'enquêté a de la qualité de l'eau fournie par cette source et son appréciation de la distance, du prix et du temps d'attente.

Il est parfois difficile d'obtenir des réponses fiables concernant la distance, bien que ceci n'ait pas été vérifié au cours des enquêtes que nous avons menées en Afrique de l'Ouest. Si l'un des objectifs de l'étude est de comprendre comment la distance à parcourir pour s'approvisionner aux sources alternatives influence la volonté de payer pour une source améliorée, il est alors plus prudent de croiser les données d'enquête avec une mesure sur le terrain ou sur carte. Dans le premier cas, il sera nécessaire d'affecter deux personnes par enquête (l'une administre le questionnaire pendant que l'autre effectue le parcours) ; dans le second cas, il faudra localiser sur un plan l'ensemble des sources d'approvisionnement en eau et les logements des ménages enquêtés. Cependant, dans les deux cas, une simple mesure de la distance à parcourir peut ne pas refléter de façon adéquate la difficulté associée aux déplacements, notamment en cas de parcours sur des terrains pentus ou d'accidents topographiques (ravines, etc.). Lorsque le terrain est accidenté et que l'on dispose de cartes topographiques, une façon de résoudre ce problème est de compter le nombre de courbes de

niveau traversées sur le parcours. Substituer la distance à l'appréciation que l'enquêté en a (courte / moyenne / longue) peut constituer une alternative moins lourde mais elle est moins rigoureuse car nous avons montré qu'il existe d'autres déterminants que la distance à l'opinion la concernant⁵³.

2.1.6. Caractéristiques socio-économiques du ménage

C'est dans cette partie du questionnaire que le risque est le plus grand de poser des questions inutilement nombreuses, allongeant excessivement la durée des interviews ou produisant des réponses peu fiables et inutilisables.

Il est par exemple inutile de se conformer au modèle de l'enquête socio-économique où l'on enregistre les noms et âges de chacun des membres du ménage. Pour les besoins des enquêtes de volonté de payer, il suffit de demander le nombre d'adultes hommes et femmes (de plus de 15 ans) et le nombre d'enfants (moins de 15 ans).

L'estimation des revenus pose un problème particulier. Non seulement les réponses sont peu fiables mais cette question suscite de surcroît une méfiance presque systématique, de nombreux refus de réponse et parfois même l'abandon immédiat de l'interview par l'enquêté. Si la question doit être posée, il est donc préférable de la poser presque à la fin. Nous recommandons cependant de ne pas la poser du tout et de lui substituer de préférence une série de questions courtes concernant la possession ou non par le ménage ou par un de ses membres de certains biens d'équipement, de confort ou patrimoniaux, permettant de construire un indicateur de richesse. A condition de choisir des biens dont la possession est un facteur de différenciation interindividuelle (il serait par exemple absurde d'y inclure la possession de bétail ou d'une voiture dans un village composé d'éleveurs !) et de prendre soin de pondérer cette possession par un facteur proportionnel à sa valeur marchande, les études montrent qu'un tel indicateur constitue un très bon estimateur. En milieu urbain notamment, certaines caractéristiques de l'habitat (électricité par exemple) peuvent aussi être de bons indicateurs de richesse.

Dans la mesure où la volonté de payer peut être affectée par la catégorie socioprofessionnelle des adultes du ménage et où de nombreux individus cumulent plusieurs occupations rémunératrices, il est souvent nécessaire de demander au moins les deux principales occupations ou CSP.

2.1.7. Comment tester les biais

Pour tout un ensemble de raisons, les enquêtés peuvent ne pas fournir des réponses fiables ou honnêtes aux questions de volonté de payer. Selon les recherches menées sur les méthodes d'évaluation contingente, les deux principales menaces pour la validité des réponses à ces questions sont les biais stratégiques et les biais hypothétiques (Cummings, Brookshire et Schultze - 1986).

Un *biais hypothétique* peut survenir pour l'une ou l'autre des deux raisons suivantes :

⁵³ Voir supra Partie I.1.7.2.4 page 59

- (i) L'enquêté ne comprend pas bien la nature du bien ou du service qu'on lui demande d'évaluer ;
- (ii) Estimant que leurs réponses n'influenceront pas les décisions qui seront prises puisque les questions se rapportent à une situation hypothétique, les personnes enquêtées n'accordent aucune importance à l'exercice.

Dans cette situation d'indifférence ou d'incompréhension des enquêtés, les enchères de ces derniers seront biaisées sans que l'on puisse prédire a priori si elles le seront à la hausse ou à la baisse (Kneese – 1984).

Un *biais stratégique* peut survenir lorsque l'enquêté croit qu'il peut influencer une décision ou un projet s'il répond d'une certaine manière ne correspondant pas à la valeur réelle qu'il accorde au bien ou au service, c'est-à-dire de façon non « honnête ».

Dans une communauté pauvre et socialement homogène notamment, l'information selon laquelle un projet et une enquête vont être lancés peut circuler très vite et une stratégie commune, sinon concertée, être bâtie en un temps extrêmement court si l'enjeu du projet est déterminant pour le devenir du quartier ou du village. Il est important de déceler aussi précocement que possible les signes d'une rumeur par exemple ou de toute autre manifestation d'une telle attitude car, dans certains cas, un risque trop manifeste de biais stratégique peut amener tout simplement à annuler l'enquête.

Dans toute la mesure du possible, on doit s'efforcer de concevoir le questionnaire de façon à tester les biais potentiels. Si aucun biais significatif n'apparaît, on pourra accorder un crédit plus grand aux résultats de l'enquête.

En pratique, il y a deux types de modifications qui peuvent être aisément introduites dans le questionnaire pour tester la fiabilité des réponses aux questions de volonté de payer :

- (i) Si les enquêtés ne sont pas certains de leur propre évaluation ou s'ils veulent « faire plaisir » à l'enquêteur (biais dit de complaisance), ils seront vraisemblablement influencés par la mise d'entrée (le premier prix proposé) dans le jeu d'enchères. Une façon évidente de tester l'existence de ce biais est alors d'élaborer deux jeux d'enchères, l'un débutant avec une mise d'entrée « haute », l'autre avec une mise d'entrée « basse », et d'administrer chacun à un sous-échantillon aléatoire (en alternant par exemple les questionnaires correspondants dans les lots remis aux enquêteurs). L'influence du biais est avérée si les enchères finales diffèrent significativement entre les deux sous-échantillons ;
- (ii) On peut de même soumettre à des sous-échantillons aléatoirement choisis des déclarations préliminaires différentes au jeu d'enchères. Par exemple, une déclaration préliminaire s'efforçant de maximiser l'incitation au biais stratégique (Par exemple : « Si vous indiquez un prix trop bas, la société d'eau peut ne pas être en mesure d'installer le réseau »), une autre s'efforçant de la minimiser (Par exemple : « L'Etat a décidé d'installer un nouveau système d'approvisionnement en eau potable... »). Là encore, le biais sera mesuré par la différence entre la volonté de payer moyenne des sous-échantillons.

Vis-à-vis du risque de biais stratégique, une alternative consiste à éviter son occurrence en tentant de convaincre l'enquêté dans la déclaration préliminaire qu'il n'est pas nécessairement de son intérêt de répondre autrement que de façon honnête, par exemple : « *Si vous indiquez un prix trop bas, la société d'eau peut ne pas être en mesure de vous fournir le système d'assainissement choisi. Si par contre vous indiquez un prix que vous ne pouvez pas payer, vous pourriez ne pas être en mesure de profiter du système quand il sera disponible. Nous vous prions donc de répondre etc.* » .

L'existence d'un biais hypothétique peut également être testée en vérifiant que la volonté de payer est significativement dépendante de certaines variables telles que les caractéristiques socio-économiques ou celles des sources d'approvisionnement utilisées ou bien encore le degré de satisfaction vis-à-vis de ces dernières. En cas d'absence de liens de dépendance, on peut légitimement en déduire que les réponses ont été données « au hasard », ce qui révèle un biais hypothétique. Le contraire, cependant, n'est pas aussi sûr.

On doit cependant garder à l'esprit certains impératifs : la multiplication des versions de jeux d'enchères à laquelle on aboutit en souhaitant tester plusieurs biais (par exemple : 2 mises d'entrée x 2 déclarations préliminaires x 2 modalités de recouvrement des coûts = 8 versions) entraîne des difficultés logistiques (formation des enquêteurs, etc.) et implique d'accroître la taille de l'échantillon.

2.2. La définition d'une base de sondage

La taille de l'échantillon et la méthode d'échantillonnage ont une influence déterminante sur la qualité des résultats de l'enquête et sur la fiabilité des enseignements et des prévisions que l'on pourra en tirer.

2.2.1. Quels sites sélectionner ?

Si l'objectif est d'étudier la volonté de payer d'une ville ou d'un village particulier, le problème de la sélection du site d'enquête ne se pose pas. Mais si l'étude couvre une région ou une province entière et que l'on veut pouvoir généraliser les résultats obtenus à partir de quelques villes, petits centres ou villages, alors il est nécessaire de sélectionner des sites ou collectivités représentatifs. Le nombre de sites qu'il faut tirer au hasard pour assurer la représentativité statistique de l'échantillon est malheureusement souvent incompatible avec les contraintes logistiques du travail de terrain. En pratique, on ne pourra généralement travailler que sur une poignée de sites et la sélection de ceux-ci sera nécessairement empreinte d'une certaine subjectivité.

Lorsque l'on doit choisir quelques petits centres ou villages d'une région pour l'étude, l'analyste aura intérêt à les sélectionner de façon à ce que la volonté de payer des ménages, leurs caractéristiques socio-économiques et leurs sources d'approvisionnement en eau disponibles soient susceptibles de varier d'un site à l'autre. Ces variations permettront à l'analyste d'étudier comment les caractéristiques socio-économiques et celles des sources d'approvisionnement affectent la volonté de payer et, ainsi, de mieux comprendre le comportement et la demande en eau des ménages. Si tous les ménages des sites sélectionnés

avaient le même niveau d'éducation, par exemple, il serait alors impossible de déterminer l'influence de ce paramètre sur la volonté de payer.

En fait, si la plupart des centres, pris séparément, sont homogènes du point de vue des caractéristiques socio-économiques de leurs habitants, il peut y avoir conflit entre sélectionner des villages qui soient représentatifs et sélectionner des villages dans lesquels existent des variations socio-économiques. Puisque l'étude sur la volonté de payer porte d'abord sur le comportement des ménages, à moins que tout porte à croire que les différences de comportements d'un centre à l'autre ne puissent s'expliquer par des différences de caractéristiques socio-économiques et de caractéristiques des sources d'approvisionnement, l'analyste devrait généralement opter pour des sites dans lesquels ces deux types de caractéristiques sont hétérogènes, même s'ils ne sont pas représentatifs de l'ensemble des centres ou villages de la région. Si la durée de l'étude et les moyens le permettent, il sera néanmoins préférable de retenir des sites relevant des deux catégories.

2.2.2. Quelle taille pour l'échantillon ?

Les études déjà effectuées indiquent que, pour une ville de taille moyenne (c'est-à-dire de l'ordre de 500 000 habitants), la taille de l'échantillon devrait être au moins égale à 500.

2.2.3. Quelle méthode d'échantillonnage ?

L'objectif de l'échantillonnage est d'obtenir un échantillon représentatif. Dans la plupart des communautés rurales ou des zones périurbaines, il ne sera pas possible de définir une base de sondage suffisamment rigoureuse pour permettre d'en tirer un véritable échantillon aléatoire de ménages. Le problème de l'identification d'une base de sondage correcte se pose pour tous les travaux d'enquêtes à mener dans les pays en développement et pas seulement pour les enquêtes sur la volonté de payer. Dans deux enquêtes de VDP menées par WASH, il a cependant été possible d'échapper à cette contrainte. En Tanzanie, l'organisation du parti s'étendait au niveau villageois et les ménages étaient rassemblés par groupes de 10 en « cellules ». Au niveau de chaque village était disponible une liste complète de tous les responsables de cellule du village. L'équipe de recherche a pu ainsi tirer au hasard un nombre approprié de responsables de cellules puis enquêter exhaustivement les 10 ménages de chacune des cellules ainsi sélectionnées. En Haïti, les villages étudiés étaient suffisamment petits pour que la majorité des ménages soit enquêtée. Dans ce cas, si l'on prend soin de ne pas introduire de biais systématique lorsque l'on exclut quelques ménages de l'enquête, l'échantillon doit être raisonnablement représentatif du simple fait qu'il représente une large proportion de la population totale.

Diverses méthodes peuvent être utilisées, les unes plus rigoureuses que les autres (c'est-à-dire garantissant une représentativité plus ou moins grande de l'échantillon) mais, en règle générale, plus la méthode d'échantillonnage est rigoureuse, plus les données nécessaires à la construction de la base d'échantillonnage sont longues, difficiles ou coûteuses à obtenir. Le plus souvent, les études de volonté de payer ont eu recours à 2 méthodes.

La première a été utilisée pour l'étude du plan stratégique d'assainissement de Kumasi (Ghana) (Whittington et al. - 1991). Il s'agit d'une procédure d'échantillonnage stratifié à deux degrés. Elle s'est déroulée en quatre phases :

- (i) stratification des zones de dénombrement du recensement de Kumasi selon la densité d'habitants par logement (par exemple : densité faible, moyenne, élevée et très élevée) ;
- (ii) pour chaque strate, tirage (dit *de premier degré*) aléatoire d'un échantillon de zones de dénombrement, le nombre tiré pour chaque strate étant proportionnel à sa taille (dans le cas de Kumasi, ceci a produit un échantillon de 26 zones de dénombrement sur un total de 373 zones) ;
- (iii) établissement de la liste de tous les ménages de chacune des 26 zones tirées au hasard, avec leur adresse ; ,
- (iv) tirage aléatoire (dit *de deuxième degré*) d'un échantillon de ménages à enquêter parmi tous les ménages de chaque zone, l'effectif de l'échantillon étant proportionnel au nombre total de ménages de la zone considérée. Au total, la taille de l'échantillon résultant de cette méthode était légèrement supérieure à 1600 ménages.

Les avantages de cette méthode sont les suivants :

- elle est scientifiquement rigoureuse, au sens où elle garantit que chaque ménage de la ville a une probabilité identique d'être retenue dans l'échantillon à enquêter ;
- elle permet de donner aux enquêteurs des instructions précises sur les ménages à enquêter (identité et adresse) ;
- les superviseurs peuvent facilement vérifier si les entretiens ont été effectivement menés.

Ses inconvénients résident dans son coût et le temps nécessaire à sa mise en œuvre.

Lorsqu'il est impossible de dresser une liste nominative et exhaustive des ménages, une méthode simplifiée d'échantillonnage stratifié à deux degrés peut être utilisée. Elle est documentée et recommandée par Choe (1990) et a été utilisée avec succès à Ouagadougou, dans le cadre du PSAO (Altaf et Hugues - 1991). Dans cette étude, une grille composée de carrés de 1 pouce carré a été appliquée sur un plan de la ville au 1/25 000^{ème}, conduisant à un nombre de 224 zones de dénombrement possibles. 20 zones ont été tirées au hasard parmi ces 224 puis les parcelles de 3 de ces 20 zones ont été comptées de façon exhaustive. En moyenne, il a été trouvé 300 parcelles par zone. Sur cette base, il a été décidé de sélectionner 1 parcelle sur 10 pour l'enquête, de façon à obtenir une taille totale d'échantillon de 625 ménages. Cette procédure permettait de garantir que le nombre de ménages échantillonnés dans les zones retenues était sensiblement proportionnel à la densité de ces dernières. Cette approche est rapide, plus simple à mettre en œuvre que la méthode plus rigoureuse appliquée à Kumasi.

Elle a cependant plusieurs inconvénients. Elle donne trop de latitude aux enquêteurs dans le choix du ménage à enquêter. Dans les quartiers non lotis, il est en effet délicat de préciser exactement ce que l'on entend par «chaque dixième parcelle» : cela dépend du chemin emprunté par l'enquêteur ; la limite des parcelles est parfois imprécise ou peut être difficilement visible depuis la rue. De plus, dans leur travail de contrôle, les superviseurs peuvent rencontrer des problèmes pour retrouver les parcelles où les enquêtes sont supposées avoir eu lieu. Des procédures ont été développées pour remédier à ce type de difficulté, mais elles requièrent une formation et une supervision soigneuses des enquêteurs.

2.2.4. Le choix de l'individu à enquêter

Une fois qu'un ménage particulier a été retenu se pose la question du choix du membre à interviewer au sein de ce ménage. La réponse dépend des objectifs de l'enquête et des modalités de la gestion domestique de l'eau. Si l'on entend utiliser les résultats sur la volonté de payer pour estimer le niveau de participation financière des usagers au coût du service et si le budget du ménage est entièrement contrôlé par un chef de ménage masculin, alors il est clair que l'information requise ne pourra être recueillie qu'auprès de ce dernier. Le fait que ce soient les femmes et les enfants qui sont le plus souvent chargés des tâches d'approvisionnement en eau et qui seront les premiers bénéficiaires directs d'une amélioration du service n'est d'aucune utilité dans l'évaluation des revenus potentiels de l'entité gestionnaire.

En revanche, si l'objectif est d'estimer les bénéfices sociaux d'un approvisionnement en eau amélioré et l'impact qu'un allègement des tâches de collecte de l'eau aura sur le développement économique et sur la santé des enfants, par exemple, ce sont alors les femmes du ménage qu'il faut enquêter. Si hommes et femmes disposent chacun d'un certain contrôle sur les finances du ménage, les uns et les autres doivent alors être enquêtés de façon à voir s'il existe des différences dans leur volonté respective de payer. Si tel était le cas, il pourrait y avoir conflit au sein du ménage sur l'effort à consentir pour une amélioration de l'approvisionnement en eau potable et quelques difficultés à prédire ce qui pourrait en résulter.

2.3. Deux techniques pour caler au mieux le questionnaire

2.3.1. La pré-enquête test

On ne saurait trop insister sur l'importance de tester le questionnaire au préalable. Dans les études de WASH sur la volonté de payer comme dans les nôtres, chaque enquêteur a mené quasiment une journée complète d'enquêtes en guise de test. Pour une équipe de 10 enquêteurs, cela représente 50 à 75 entretiens.

Une étude attentive de ces questionnaires nécessite au moins une journée et le chronogramme doit en tenir compte. Dans toutes les études dont nous avons eu connaissance ou auxquelles nous avons participé, l'exploitation de la pré-enquête test a conduit à modifier profondément le questionnaire ménage initial. Parfois, les modifications peuvent être si substantielles qu'une seconde pré-enquête test s'impose.

2.3.2. Les « focus groups »

2.3.2.1. Objectifs et intérêt des « focus groups »

Dans les études d'évaluation contingente, une technique d'investigation destinée à améliorer le questionnaire d'enquête-ménage s'est peu à peu imposée : celle des « focus groups » ou « panels ».

Les « focus groups » consistent à rassembler un petit groupe de personnes avec lequel un entretien est mené de façon à obtenir des informations sur les attitudes, la perception et les pratiques de ces personnes. Ces informations serviront ensuite à concevoir au mieux les questionnaires d'enquête-ménages.

Cette technique fut introduite à l'origine dans les études de marketing par des chercheurs du secteur privé qui voulaient tester auprès d'un panel de consommateurs actuels ou potentiels les réactions de ces derniers à de nouveaux produits ou à des messages publicitaires. Ces chercheurs remarquèrent que les gens sont souvent plus enclins à exprimer leurs opinions lorsqu'ils sont réunis en *petits groupes* plutôt que lors d'entretiens individuels, et que la discussion entre les membres du « panel » les incitaient à réfléchir et à s'exprimer davantage.

Bien qu'initialement employée pour tester la réponse comportementale à des biens de consommation privés, la technique s'applique également aux opinions des usagers actuels ou potentiels sur les services publics.

Ces discussions peuvent être d'une aide inestimable lorsqu'il s'agit de jauger l'importance d'une série de problèmes ou de répondre avec une confiance minimale à une série d'hypothèses conditionnant la méthodologie d'enquête de volonté de payer.

Il est essentiel par exemple de savoir qui contrôle généralement les revenus monétaires du ménage et, plus particulièrement, si les femmes ont ou non un poids suffisant sur la gestion du budget domestique et sur les décisions d'investissement pour que leurs préférences quant à un système amélioré d'alimentation en eau potable ou d'assainissement soient susceptibles d'affecter le paiement par le ménage. Ce problème peut être soulevé dans la discussion au cours des « focus groups » et le choix des individus à enquêter se fonder utilement sur les enseignements ainsi tirés.

On peut légitimement penser que cette précaution aurait permis d'éviter le décalage observé entre les conclusions tirées de certaines études de volonté de payer et le comportement des ménages après mise en œuvre du projet. Tel est le cas à Ouagadougou, où le projet de démonstration réalisé dans le cadre du PSAO⁵⁴ de 1991 à 1994 a largement infirmé les prévisions fondées sur les résultats de l'étude préalable de volonté de payer (Altaf et Hugues - 1991). Cette dernière, partant du principe que « les chefs de ménage sont clairement ceux qui prennent des décisions », n'avait pas interrogé les autres membres du ménage. Or, il a été montré (Couret et al. - 1995) que les femmes, directement confrontées aux problèmes quotidiens générés par l'évacuation des eaux usées ménagères, aux contraintes de nettoyage des sanitaires et de quête de l'eau, avaient « clairement joué un rôle non négligeable dans la

54 Plan Stratégique d'Assainissement des Eaux Usées de la Ville de Ouagadougou, Ministère de l'Eau, Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) du Burkina Faso, sur financement PNUD

prise de décision », conduisant les ménages bénéficiaires du projet de démonstration à demander davantage de puits perdus que prévu et, pour les latrines, à opter plutôt pour la réhabilitation des fosses traditionnelles (sans eau) que pour les latrines à chasse manuelle.

2.3.2.2. Méthodologie des « focus groups »

De petits groupes...

Le nombre de personnes rassemblées dans un « focus group » est de 5 à 20. Le nombre est à apprécier en fonction de contraintes pratiques et de l'homogénéité sociale, culturelle et économique de la zone de résidence du groupe. Une dizaine semble un bon compromis.

...semi-structurés

En général, il s'agit d'un échantillon de personnes d'un quartier. Le plus souvent, le projet contacte le chef de ce quartier en l'invitant à rassembler un nombre donné de ses « voisins » pour une réunion à une date et en un lieu convenu d'avance avec lui.

Le profil des participants devrait être semblable à celui des personnes que l'on veut enquêter lors de l'étude de VDP, à moins que l'on se pose précisément la question soulevée précédemment : celle du profil des membres du ménage susceptibles d'influer sur la décision du ménage. Dans ce cas, il faudra évidemment éviter que le groupe ne soit composé que de chefs de ménage ou d'hommes et rechercher plutôt un équilibre numérique. Ceci doit être clarifié avec le chef de quartier. L'absence de consignes (et d'explications) conduira inévitablement ce dernier à ne convoquer que des chefs de ménage, qui seront de surcroît des notables du quartier et biaiseront la représentativité des opinions.

Un entretien semi-directif...

Le « focus group » doit être animé, généralement par le directeur d'étude, un membre de l'équipe de projet ou un superviseur d'enquête. Le rôle de l'animateur est de mener la discussion de façon plus ou moins informelle, en l'orientant par des questions ouvertes et de façon assez générale sur les sujets abordés par le futur questionnaire d'enquête-ménages.

La durée moyenne des « focus groups » est de 1h30 à deux heures.

...à consigner et exploiter soigneusement

Au minimum, une seconde personne de l'équipe de projet doit être présente pour assurer le rôle de secrétaire de la réunion et noter le plus soigneusement possible les interventions de chacun des participants. La langue majoritairement parlée dans le quartier doit lui être familière. L'enregistrement de la réunion peut fournir une aide appréciable pour la retranscription « au propre » de son compte-rendu.

Après diffusion des comptes-rendus des focus groups au sein de l'équipe de projet, le directeur d'étude doit en assurer l'exploitation et la synthèse et l'équipe doit se réunir pour débattre des conclusions et les valider. A ce stade, l'équipe de projet doit avoir une vue claire et consensuelle des hypothèses sur lesquelles reposera l'enquête-ménage, c'est-à-dire : ce qui

peut être considéré comme acquis, ce qui doit être confirmé, infirmé ou quantifié par les enquêtes.

Les aspects couverts par les focus groups

Les questions qui peuvent être abordées lors des « focus groups » couvrent tous les aspects abordés par le futur questionnaire d'enquête⁵⁵ :

- Les pratiques actuelles d'approvisionnement en eau et d'assainissement
- Les prix et quantités payés pour les services d'eau existants (y compris ceux fournis par le secteur artisanal et/ou informel)
- La satisfaction ou l'insatisfaction des ménages à l'égard de ces services
- Les priorités attribuées à l'eau, à l'assainissement et à d'autres améliorations
- La confiance accordée à la société d'eau ou à l'entité gestionnaire
- La nature des améliorations souhaitées
- La connaissance des systèmes améliorés
- La volonté de payer pour des améliorations
- Les modes d'épargne pour ces améliorations
- Les modes de paiement envisageables pour ces améliorations
- Etc.

2.4. L'administration de l'enquête

2.4.1. La traduction du questionnaire

Si la version initiale du questionnaire d'enquête est rédigée dans une langue différente de celle dans laquelle il sera effectivement administré, une attention particulière doit être portée à sa traduction. Dans toutes les études sur la volonté de payer auxquelles WASH et nous-mêmes avons participé, la pré-enquête test a révélé des problèmes imprévus de traduction, notamment dans la formulation du jeu d'enchères et des questions sur la volonté de payer. Dans ces études, le travail de traduction était généralement dévolu à une équipe plutôt qu'à un seul individu. Un travail d'équipe accroît la probabilité que soient pris en compte les avantages et les inconvénients de chaque choix de traduction possible pour un mot ou pour une phrase. Une alternative possible consiste à faire traduire chacun de leur côté deux individus qui comparent et discutent ensuite leurs traductions. Dans tous les cas, une personne qui n'a pas participé au processus initial de traduction devrait être chargée de retraduire le questionnaire dans la langue d'origine de telle sorte que l'analyste puisse juger de la fidélité de la traduction au questionnaire qu'il a rédigé.

Nous préférons quant à nous une troisième alternative qui combine les deux précédentes et cumule leurs avantages respectifs : les enquêteurs et les superviseurs sont répartis en 3 ou 4 groupes et chaque groupe travaille de son côté à la traduction d'une ou de plusieurs parties du questionnaire. Ensuite les groupes sont réunis et, alternativement, chacun des membres d'un groupe pose à un membre d'un autre groupe la question en langue locale. L'enquêteur ainsi mis en position d'enquêté répond dans la même langue. L'«enquêteur» retraduit en

⁵⁵ voir supra, *Partie 1.2.1 La conception du questionnaire de volonté de payer*, pages 67 et suivantes

français la réponse donnée puis l'«enquêté» retraduit en français la question telle qu'il l'a comprise. Ce « jeu de rôle » croisé, en même temps qu'il familiarise l'ensemble des enquêteurs au questionnaire, permet de valider la traduction et de déceler les problèmes éventuels.

2.4.2. Le choix et la formation des enquêteurs

L'utilité des études sur la volonté de payer est, en dernière analyse, conditionnée par la qualité des données collectées. L'enquête risque fort de ne rien apporter si les enquêteurs ne comprennent qu'imparfaitement le questionnaire, l'objectif de l'étude et l'importance de leur tâche ou s'ils sont peu motivés. Aussi peut-on affirmer que la responsabilité majeure du directeur d'enquête est sans doute de gérer convenablement son équipe d'enquêteurs.

2.4.2.1. L'importance de la formation, de la collaboration et de la supervision

La meilleure façon de saboter une étude sur la volonté de payer consiste à traiter les enquêteurs comme de simples collecteurs de données qui n'auraient pas de rôle substantiel dans la recherche. Le directeur d'étude doit s'assurer que se développe chez eux un sentiment d'appropriation vis-à-vis du projet dans son ensemble, et du questionnaire en particulier. Ils doivent sentir que leur engagement et leur participation à la conception du questionnaire ont une valeur et que l'on prend en compte leurs suggestions.

Un des moyens les plus simples et immédiats de valoriser leur travail consiste à leur annoncer lors de la session de formation initiale (au cours de laquelle le questionnaire leur sera présenté) qu'ils devront dresser une liste écrite de tous les problèmes qui se présenteront au cours de la pré-enquête test. A l'issue de celle-ci, le directeur d'étude devrait tenir une réunion avec eux pour discuter des résultats et demander à chacun des enquêteurs individuellement d'identifier les problèmes soulevés par le questionnaire et de suggérer des modifications appropriées. Le directeur d'étude prend note de toutes ces suggestions et des noms de ceux qui les ont avancées. Après la révision du questionnaire, une seconde session de formation se tient, au cours de laquelle le directeur d'étude présente tous les changements apportés au questionnaire suite à la pré-enquête et cite le nom de l'enquêteur ayant suggéré chacune de ces modifications.

A la première session de formation, il est indispensable de mener un « jeu de rôles » au cours duquel sera simulée une interview complète devant l'équipe d'enquêteurs. Une seconde session de « jeu de rôles » devrait être tenue après la pré-enquête avec le questionnaire révisé. On demandera alors aux enquêteurs de s'interviewer mutuellement par groupes de deux, chacun d'eux jouant tour à tour les rôles d'enquêteur et d'enquêté, pendant que le directeur d'étude et le(s) superviseurs d'enquête observeront leurs performances.

Typiquement, un ou plusieurs enquêteurs auront le sentiment que tout ce travail préparatoire représente une perte de temps et se montreront condescendants, affichant leur certitude qu'ils sont capables a priori de mener ce type d'enquête. Une telle confiance peut apparaître comme séduisante aux yeux du directeur d'étude, qui peut être tenté d'abrégé les sessions de formation. L'expérience montre cependant que ces enquêteurs sont presque invariablement ceux qui ont précisément le plus besoin d'être longuement formés. Notre expérience ainsi que celle rapportée par WASH ont révélé que les plus mauvais entretiens ont été menés par ceux

des enquêteurs qui avaient initialement manifesté l'opinion que la formation était trop lourde ou que l'administration du questionnaire allait de soi.

Les enquêteurs doivent savoir que le directeur d'étude accorde de l'importance à la qualité de leur travail et qu'il suit celui-ci constamment. Une des façons les plus efficaces de le prouver est d'examiner en détail à la fin de la journée d'enquête chaque questionnaire rempli et de commencer la journée suivante sur le terrain par une série d'entretiens personnalisés avec chacun des enquêteurs pour lui faire part des problèmes posés par son travail de la veille. Si un ou quelques enquêteurs sont exclus de l'équipe après deux ou trois jours de mauvais résultats consécutifs, il sera clairement établi aux yeux de tous que l'on attend d'eux un travail soigneux et de grande qualité.

Les dispositions qui permettent d'établir un bon contact entre le directeur d'étude et les enquêteurs ainsi que de renforcer l'esprit d'équipe sont souvent simples et évidentes, mais si déterminantes pour le succès de l'étude qu'elles méritent d'être rappelées. Il est par exemple important que le directeur d'étude apprenne le nom de tous les enquêteurs et passe autant de temps que possible avec chacun d'eux individuellement. Idéalement, il faudrait prendre le temps de discuter chaque soir de façon informelle des problèmes soulevés par le travail de la journée et partager les conditions de vie des enquêteurs et des superviseurs sur le terrain, y compris l'hébergement et les repas. Dans certains cas, de simples gestes comme celui de fournir aux enquêteurs des tee-shirts imprimés avec le logo de l'étude, de leur donner un certain nombre de fournitures utiles au travail (chemises, stylos, clipboards) ou de leur offrir repas et rafraîchissements feront des merveilles pour entretenir le moral de l'équipe.

Le directeur d'étude devrait aussi s'imposer au moins le même nombre d'heures de travail que celui des enquêteurs et demeurer présent dans les villages ou dans les quartiers pendant que les enquêtes y ont lieu, en allant d'un enquêteur à l'autre, en assistant à des entretiens et en répondant aux questions qui peuvent être soulevées. La présence du directeur d'étude au cours d'un entretien peut influencer les réponses de l'enquêté mais il reste possible de tester l'existence d'un tel biais statistique⁵⁶, en introduisant dans le questionnaire une variable muette dichotomique « Présence du directeur d'enquête : oui / non » et, lors de l'exploitation, en la croisant avec la volonté de payer. Le risque d'un tel biais doit être comparé aux avantages que l'on peut ainsi tirer d'une supervision active de l'équipe d'enquêteurs, à savoir la garantie que ceux-ci prennent bien leur tâche au sérieux, qu'ils mènent effectivement tous les entretiens prévus et qu'ils n'inventent pas certaines réponses.

De plus, le directeur d'étude doit s'assurer qu'il n'y a pas de biais stratégique lié aux enquêteurs eux-mêmes. De fait, ceci survint au cours de l'enquête WASH à Haïti. Un enquêteur qui pensait avoir compris les objectifs de l'étude croyait que les gens devaient enchérir jusqu'à un haut niveau pour que la construction d'un système d'approvisionnement en eau potable dans le village soit justifiée. Il les pressait et les persuadait donc pendant le jeu d'enchères d'accepter de payer toujours plus. Ce genre de comportement aurait été très difficile à détecter sans une observation directe du directeur d'étude. En effet, la seule façon de tester l'existence de ce biais est de croiser les réponses aux questions de volonté de payer avec la variable « enquêteur », mais il est rarement possible d'attribuer à chaque enquêteur un sous-échantillon aléatoire de ménages à enquêter : la minimisation des déplacements conduit

56 parfois, la présence d'un étranger à la communauté peut s'avérer un atout pour l'étude. Dans l'étude menée par WASH à Onitsha (Nigeria), les enquêteurs préféraient qu'un étranger assiste à leur entretien parce qu'il leur était ainsi plus facile de convaincre les enquêtés qu'il s'agissait d'une étude sérieuse et non d'un canular

en effet à affecter aux enquêteurs une ou des zone(s) donnée(s) entre lesquelles la VDP peut très bien varier pour des raisons liées par exemple à la structuration socio-spatiale.

2.4.2.2. De combien d'enquêteurs a-t-on besoin ?

Le nombre d'enquêteurs que l'on doit engager est une importante décision que le directeur d'étude doit prendre. La capacité du directeur d'étude et du (ou des) superviseur(s) à maintenir un contrôle étroit des enquêteurs et à vérifier la qualité des entretiens menés limite la taille de l'équipe d'enquête à une quinzaine au maximum. Des contraintes logistiques, liées par exemple aux véhicules ou au carburant disponibles, peuvent venir restreindre encore le nombre d'enquêteurs.

2.4.2.3. Qui engager ?

Lorsqu'il faut rassembler une équipe d'enquêteurs survient alors la question de savoir quel genre d'individu est susceptible de faire un bon enquêteur. Il ne semble pas y avoir de réponse toute faite si l'on en juge par l'expérience acquise par WASH au cours des enquêtes menées sur la volonté de payer. Lors de l'étude sur Haïti, le directeur de projet avait pris grand soin de n'engager que des animateurs communautaires et des éducateurs sanitaires tous expérimentés, ayant déjà travaillé sur la zone d'étude et connaissant les coutumes et les traditions locales. Or, nombre de ces enquêteurs se sont avérés peu fiables et difficiles à motiver. Quelques collégiens en vacances d'été furent aussi engagés et ont fait un très bon travail.

Au Nigeria, par contre, tout le monde avait déconseillé à WASH d'utiliser les propres enquêteurs de la société distributrice, qui étaient de jeunes diplômés du secondaire. On les tenait pour peu fiables et médiocrement motivés. Ceci amena le directeur d'étude à compléter cette équipe d'un groupe de cinq étudiants diplômés en économie de l'université locale. En fait, après une session de formation soigneuse, l'équipe de lycéens s'avéra très performante alors que l'on dut se débarrasser des économistes. Nous avons eu la même expérience à Conakry (Guinée).

L'expérience confirme l'importance de n'engager que des individus ayant des contacts étroits ou de fortes attaches avec la communauté enquêtée. Les enquêteurs peuvent être des enseignants locaux, des diplômés du secondaire ou des fonctionnaires de l'Etat, mais, quelle que soit leur profession, ils doivent être respectés au sein de la communauté et avoir une bonne connaissance de l'économie et des traditions sociales locales. Cette exigence conduit souvent à devoir exclure des étudiants d'une université nationale lorsqu'il s'agit d'aller enquêter dans des centres secondaires ou des villages dont ces étudiants ne sont pas originaires.

Un autre problème est celui du sexe des enquêteurs. Cela dépend bien sûr en partie du choix des enquêtés. Si l'on désire enquêter auprès des femmes, il est généralement judicieux de recourir à des enquêtrices. Dans certaines circonstances, telles qu'un site d'enquête où la culture est islamique, cela est même indispensable. Par ailleurs, les femmes engagées pour les études de WASH ou les nôtres sur la volonté de payer n'ont rencontré aucun problème pour s'entretenir avec des hommes, de telle sorte qu'il nous semble souhaitable de n'engager que des enquêtrices.

2.4.3. Le déroulement de l'enquête

Dans un village ou un petit centre, la permission de l'autorité coutumière locale sera nécessaire pour mener l'enquête. Une fois cette permission obtenue, les chefs de villages ne manqueront pas de répandre la nouvelle qu'une équipe doit arriver tel jour et de fournir à la population quelques explications sur la nature de l'étude. Le message exact qu'ils vont diffuser est difficile à contrôler ou à orienter, mais le directeur d'étude et les superviseurs d'enquête doivent au moins en discuter précisément avec eux au préalable. Par exemple, dans l'un des villages tanzaniens qui faisaient l'objet d'une étude de WASH sur la volonté de payer, le secrétaire villageois fut informé qu'il pouvait dire aux gens qu'ils avaient toute latitude pour discuter avec leurs voisins des problèmes qu'aborderait le questionnaire (ce qu'ils auraient sans doute fait de toute façon), mais que leurs réponses devaient être faites au nom de leur ménage.

Dans un village ou un petit centre, le questionnaire doit être administré rapidement, de préférence en une journée, de façon à limiter les risques que les discussions entre voisins puissent influencer et biaiser les réponses ultérieures. Dans les cas où de fausses rumeurs se répandent au sujet des buts de l'étude, une partie significative des villageois peuvent refuser de répondre ou tout simplement disparaître du village le jour des entretiens. Le directeur d'étude et le(s) superviseur(s) doivent contrôler de près la réceptivité de la population aux enquêteurs et se tenir prêts à annuler la tenue de l'enquête dans un village donné si la probabilité que les résultats soient biaisés devient trop grande.

Dans une ville plus importante, ces risques sont moins importants. La taille de l'échantillon (environ 500) et le nombre d'enquêteurs maximal (une quinzaine tout au plus) déterminent alors la durée. Selon l'expérience de WASH et la nôtre, un enquêteur « moyen » est capable de mener de 5 à 10 entretiens par jour suivant la longueur du questionnaire et les circonstances, de telle sorte que la durée de l'enquête elle-même (hors pré-enquête test et formation) est de l'ordre de 5 à 10 jours.

2.5. L'exploitation des données collectées par l'enquête

2.5.1. Tabulations des enchères sur la volonté de payer

Une des analyses les plus simples et les plus intéressantes à mener avec les données de l'enquête consiste à préparer une simple distribution des fréquences des enchères avancées par les ménages sur leur volonté de payer. La figure ci-dessous (Figure 7) présente un exemple de représentation graphique (histogramme) de ces résultats, fondés sur le cas d'école développé plus haut (volonté de payer une cotisation mensuelle par ménage pour bénéficier d'un accès libre et illimité à une borne-fontaine située à moins de 100 mètres - voir questionnaire de volonté de payer supra *Figure 6 : Modèle de jeu d'enchères à 3 degrés* page 72).

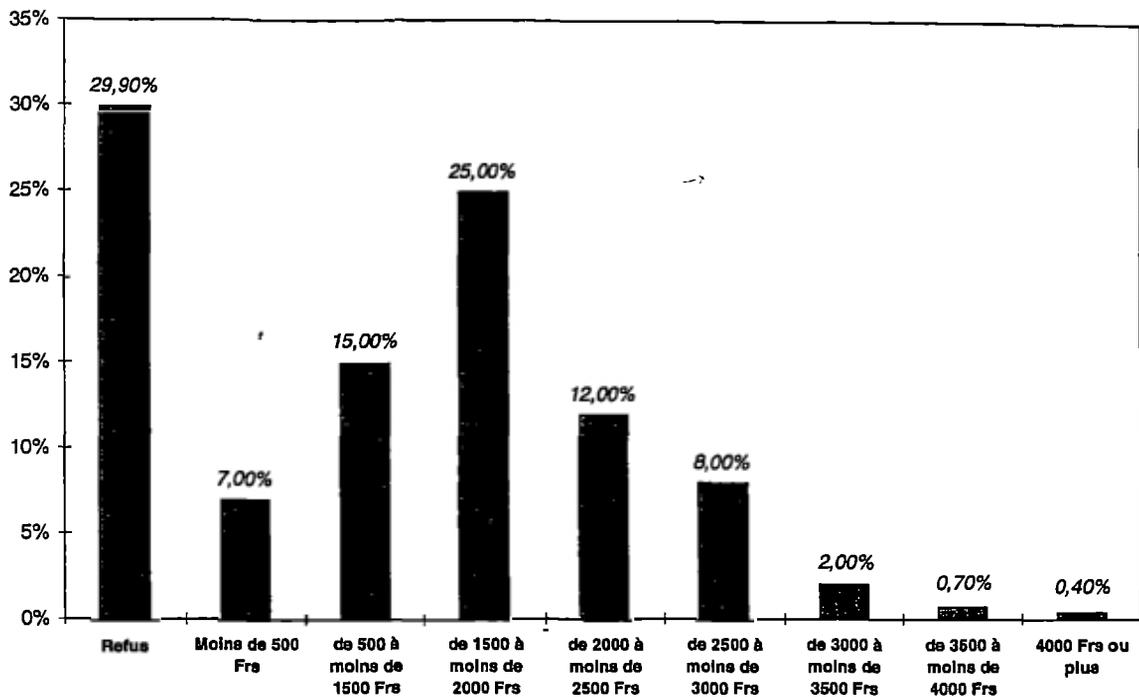


Figure 7 : Exemple d'histogramme de la volonté de payer

Cette information fournit aux décideurs l'estimation de la somme que différentes proportions des ménages de l'échantillon acceptent de payer pour un niveau de service donné. La Figure 8 (voir page suivante) présente la même information dans une perspective différente, montrant comment le pourcentage de ménages acceptant de payer pour une amélioration donnée du système d'approvisionnement en eau varie avec le tarif de l'eau ou le coût du raccordement (ici, dans notre exemple fictif, il s'agit de la cotisation mensuelle par ménage). Cette courbe représente la fonction de demande des ménages pour le service hypothétique. Il s'agit de l'histogramme cumulé de la volonté de payer et est obtenue à partir de l'histogramme simple (Figure 7) en affectant à chaque intervalle sa valeur moyenne⁵⁷.

Si l'on dispose en outre de données sur le niveau de la consommation spécifique par ménage pour différents niveaux de prix ou de tarifs (à niveau de service donné), ou si l'on suppose en première approximation que cette consommation reste constante, on peut alors estimer les revenus associés aux différents tarifs. Cette estimation s'effectue grâce à la relation suivante :

$$\text{Revenus} = [\% \text{ de la population recourant au service}] \times [\text{population totale}] \times [\text{consommation par habitant}] \times [\text{prix de l'eau}]$$

La Figure 9 (page suivante) montre la représentation graphique de cette fonction entre prix pratiqués et revenus du service dans notre exemple fictif. On remarque que cette courbe admet un maximum pour un certain prix du service (ici une cotisation mensuelle de 1800 Frs environ par ménage). En deçà de ce maximum, un nombre plus grand de ménages accèdent au service mais à un prix inférieur ; au-delà, une proportion moindre y accède en payant plus cher. Généralement ce type de courbe admet de la sorte un maximum.

⁵⁷ voir explications supra (Partie I.2.1.2.2 Jeu d'enchères pages 71 et suivantes)

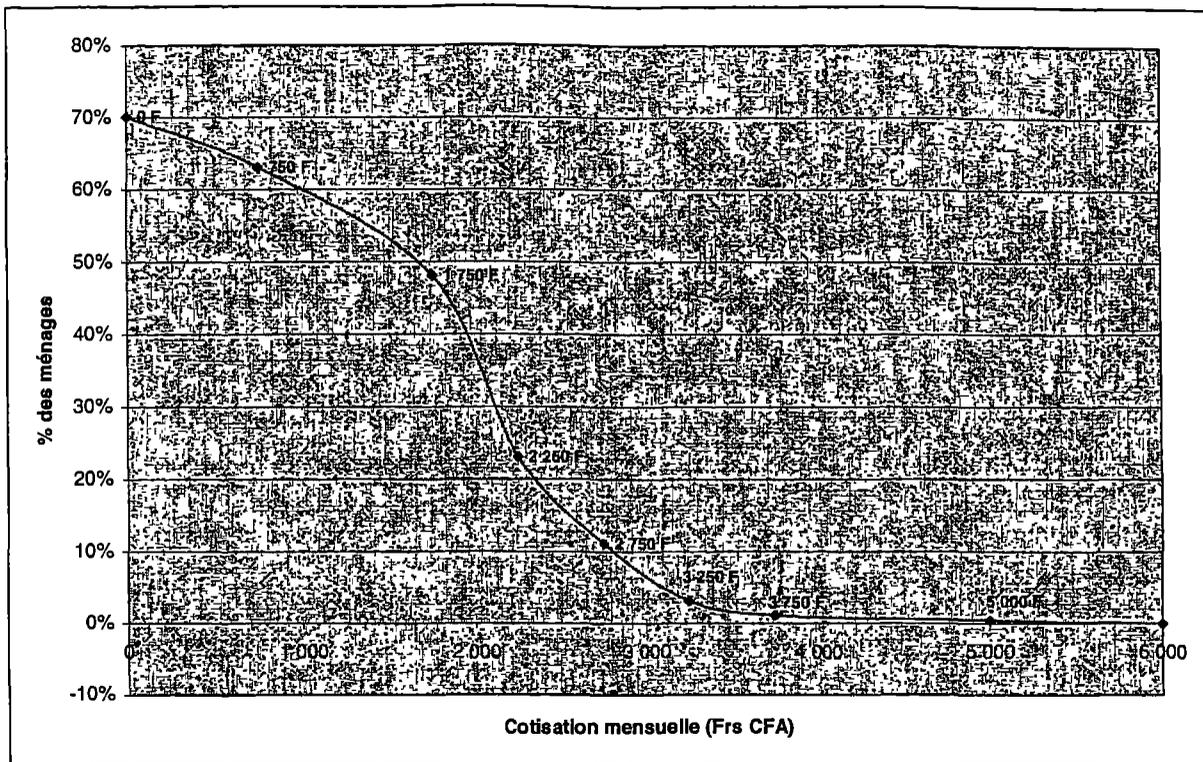


Figure 8 : Courbe de demande (histogramme cumulé de la volonté de payer)

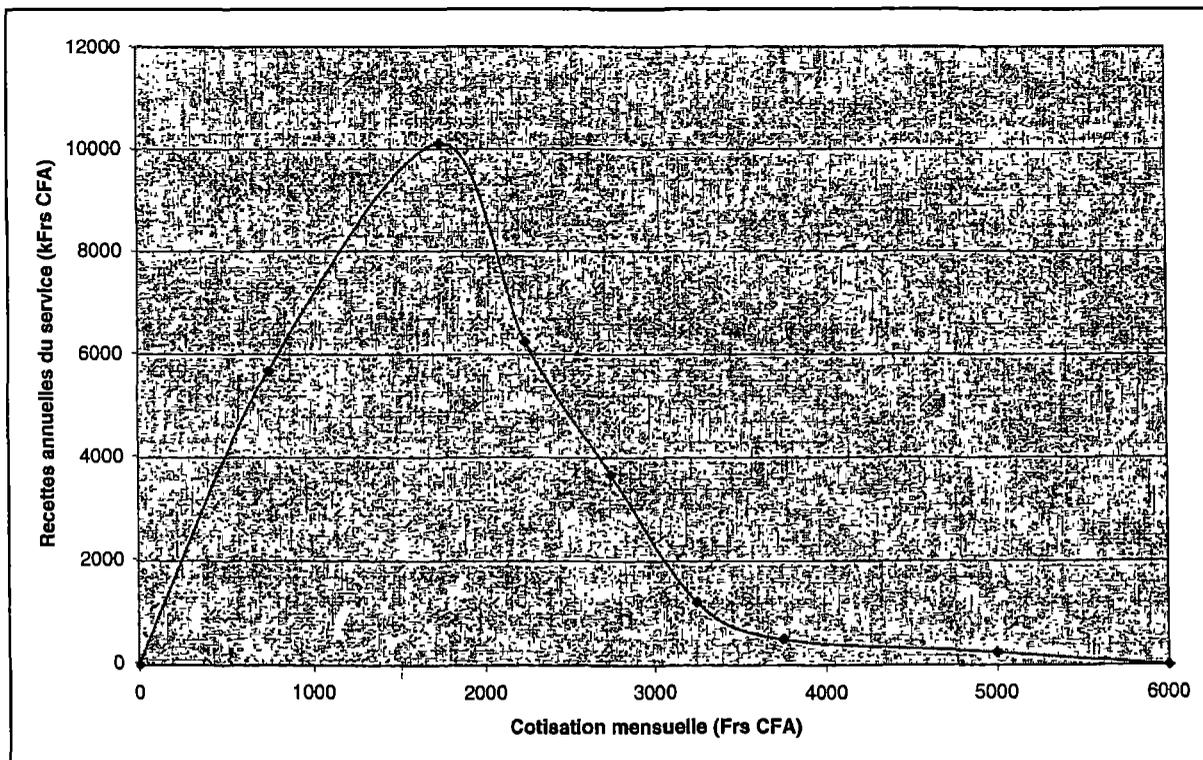


Figure 9 : Recette annuelle du service en fonction de la cotisation mensuelle par ménage

L'objectif du distributeur, cependant, ne se limite pas à maximiser ses revenus : il entend aussi fournir de l'eau potable à autant de gens que possible. L'information donnée par les deux figures précédentes (Figure 8 et Figure 9) permet également à l'analyste d'étudier le compromis à trouver entre revenus et pourcentage de population bénéficiant du service. La Figure 10 matérialise cette relation dans notre exemple.

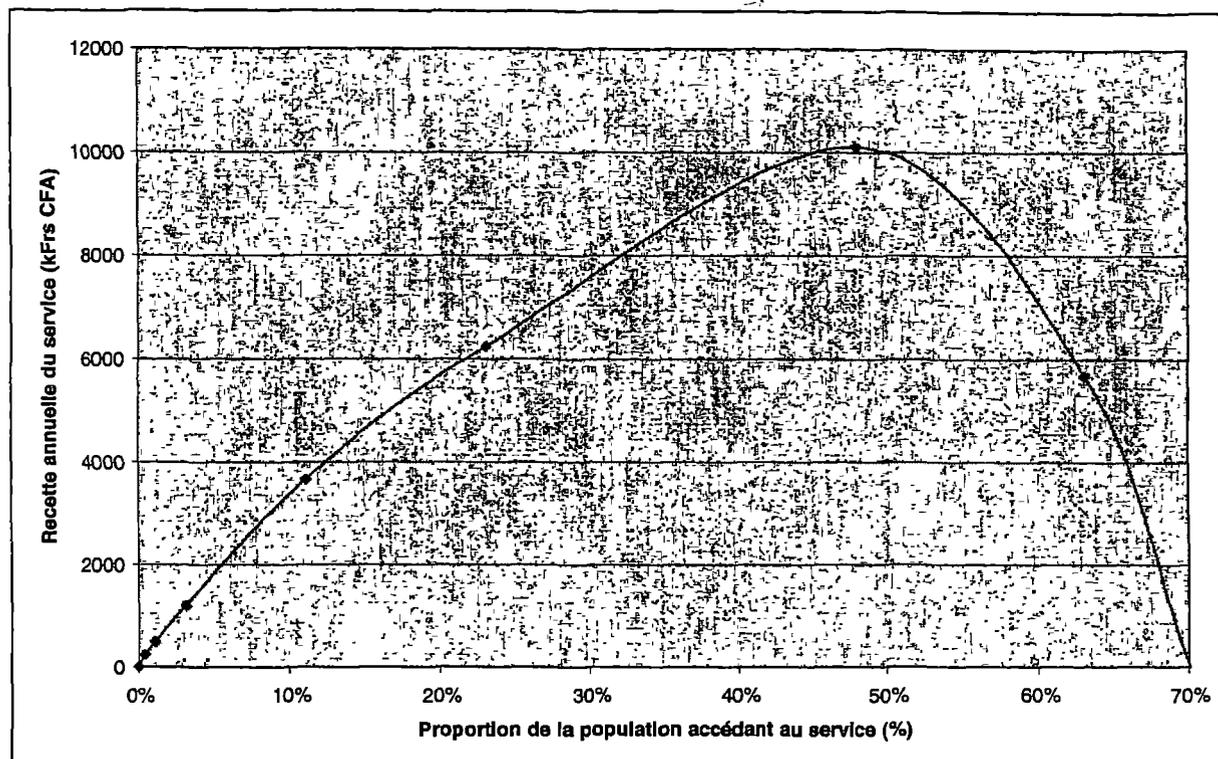


Figure 10 : Recette annuelle en fonction de la proportion de ménages accédant au service

Les enchères peuvent aussi être utilisées directement pour obtenir une évaluation des bénéfices économiques que les usagers tireront du système d'approvisionnement en eau potable amélioré. Pour un tarif donné, leur volonté de payer moyenne peut être calculée à partir des données de la Figure 7, puis, en la multipliant par le nombre de ménages qui devraient recourir au système à ce prix, on obtient une estimation du bénéfice total de la communauté⁵⁸.

58 Pour une discussion et une critique des méthodes proposées par la littérature pour extrapoler les enchères de WTP d'un échantillon à la population totale, voir "Expanding Contingent Value Sample Estimates", In *Land Economics*, Vol. 63, n° 4, novembre 87, pp. 396-402

(ii) Caractéristiques des ménages:

- distance (ou temps de collecte) des ménages aux sources d'approvisionnement traditionnelles ;
- perception par les ménages de la qualité de l'eau fournie par les sources d'approvisionnement traditionnelles (et éventuellement par les points d'eau améliorés) ;
- revenus des ménages (ou indicateur du niveau de vie) ;
- niveau d'éducation des membres du ménage ;
- activité du chef de ménage ;
- taille du ménage ;
- sexe de l'enquêté.

2.5.4. Quelles techniques statistiques pour analyser les déterminants de la volonté de payer ?

La technique de traitement statistique appropriée pour l'analyse multivariée dépendra de la forme des données obtenues dans le jeu d'enchères. Si l'on demande aux enquêtés la somme maximale qu'ils consentiraient à payer (question ouverte), la variable dépendante du modèle multivarié (leur enchère de VDP) sera continue et l'on pourra recourir à une régression ordinaire aux moindres carrés. Si un vrai jeu d'enchères est employé, la volonté de payer tombe dans un intervalle et la variable dépendante est alors ordinale : on ne peut plus recourir à la régression linéaire et l'approche correcte consiste à utiliser un « modèle de profit ordonné » (Whittington et al. - 1990b).

Si ce niveau de sophistication économétrique n'est pas réaliste compte tenu du temps et de la compétence disponibles, on peut plus simplement faire adopter à la variable dépendante la valeur centrale des intervalles d'enchères et recourir alors à la régression linéaire. D'après les études menées par WASH, l'approximation des résultats ainsi obtenus demeure correcte par rapport à ceux du modèle de profit ordonné.

Pour plusieurs raisons, il nous semble cependant préférable d'abandonner le recours à la modélisation multivariée au profit des techniques d'analyse des données. Celles-ci, encore difficilement accessibles aux non-spécialistes il y a quelques années, sont de plus en plus connues et aisément applicables grâce à la montée en puissance de calcul des matériels de micro-informatique et à l'apparition de logiciels conviviaux d'exploitation statistique dans un environnement bureautique « classique ». Parmi ces techniques d'analyse des données, l'analyse factorielle des composantes simples (ou AFCS) est particulièrement adaptée à la nature du problème à traiter.

Le premier avantage tient à la faculté de cette technique de s'affranchir de l'obligation de ne manipuler que des variables quantitatives ou dichotomiques (de type oui/non). Au contraire de l'analyse multivariée, l'AFCS ne traite que des variables ordinales (ou qualitatives). Dans le

cadre d'une méthode d'élicitation de la volonté de payer par jeu d'enchères, les valeurs obtenues pour la variable dépendante sont des intervalles et peuvent donc être utilisées tel quel et sans transformation réductrice. De plus, les refus de payer peuvent être traités sur le même plan que les intervalles de la VDP. Par ailleurs, la plupart des variables candidates à expliquer la volonté de payer sont elles-mêmes ordinales ou dichotomiques et ne nécessitent donc pas de transformation (mode d'approvisionnement en eau existant et caractéristiques de ces modes, perception de la qualité de l'eau, niveau d'éducation, catégorie socioprofessionnelle, sexe, statut d'occupation, caractéristiques du niveau de vie et de l'habitat telles que matériaux de construction de l'habitat, mode d'assainissement, présence ou absence de certains éléments de confort comme l'électricité ou de certaines possessions, etc.). Seules les variables suivantes sont quantitatives et nécessitent un recodage pour les transformer en classes d'intervalles : distance aux sources d'approvisionnement existantes et/ou temps de collecte, prix de l'eau aux sources d'eau existantes, taille et revenus du ménage (plus éventuellement l'âge et/ou l'ancienneté d'occupation). Pour chacune de ces variables, il est nécessaire de déterminer les seuils qui séparent « au mieux » les classes d'intervalles du point de vue de la volonté de payer, c'est-à-dire de façon à ce que les valeurs moyennes de la VDP diffèrent le plus significativement possible entre les différentes classes. Ceci peut être obtenu en effectuant une série de tris croisés avec la volonté de payer et en retenant le partage en classes d'intervalles qui maximise le Chi-2.

Le deuxième avantage important de l'AFCS par rapport à la modélisation multivariée réside dans le fait que l'on n'a plus besoin de se soucier de la nature des relations de dépendance entre variables « à expliquer » et variables « candidates à expliquer » : les relations de dépendance mises en évidence par l'AFCS ne préjugent en rien des éventuelles formes fonctionnelles qui relient les deux groupes de variables alors que les résultats de la modélisation multivariée peuvent être très différents d'une forme à l'autre et qu'il faut donc en essayer plusieurs, linéaires ou non.

Enfin, le troisième avantage est lié à la possibilité de mettre en évidence, sur les « mappings » (représentations graphiques des résultats de l'AFCS en projection sur les plans constitués par les axes principaux), des groupes homogènes du point de vue de leurs caractéristiques et de leur demande, ce qui permet de dégager aisément des « groupes cibles » pour lesquels une stratégie spécifique pourra être mise en œuvre à l'occasion du projet. Le chapitre suivant illustre cela à partir d'un exemple.

2.5.5. Exemple d'analyse factorielle des composantes simples de la volonté de payer

Nous n'avons trouvé aucune étude de VDP dans laquelle l'AFCS ait été utilisée pour analyser les facteurs déterminants de la demande en service d'alimentation en eau amélioré. Aussi avons-nous emprunté l'exemple présenté ici à l'étude de volonté de payer des ménages de Bobo Dioulasso (Burkina Faso) pour un assainissement amélioré (Morel à l'Huissier - 1998), menée dans le cadre du Plan Stratégique d'Assainissement de cette ville par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA).

Cette étude a consisté à enquêter un échantillon représentatif de la population pour mesurer la volonté de payer des ménages pour bénéficier d'une amélioration de leur assainissement. Elle a été recherchée, à travers un jeu d'enchère à trois degrés (analogue à celui présenté précédemment (voir supra), pour 5 types de services améliorés, décrits ci-dessous, mais l'on

a proposé aux enquêtés les seuls les types pertinents par rapport à son mode d'assainissement existant :

1. *Réhabilitation de la latrine traditionnelle (simple fosse avec trou et cabine non couverte)*, consistant en l'adjonction d'une couverture (toiture), d'une porte et d'une ventilation permettant d'éviter odeurs et mouches. Cette réhabilitation nécessitant un réhaussement des murs, dont le coût est nécessairement très différent suivant la nature des matériaux de construction, deux jeux d'enchères différant par les mises ont été employés : un jeu d'enchère appelé VDP1 pour les possesseurs de latrines dont les murs sont construits en banco et un jeu d'enchères appelé VDP1bis si les murs sont en ciment. De nombreux possesseurs de WC à fosse septique disposant aussi d'une latrine traditionnelle sur leur parcelle, ces améliorations leur ont été aussi proposées, au même titre qu'à tous les autres possesseurs d'une latrine traditionnelle ;
2. *Nouveau système amélioré d'assainissement des excréta*, correspondant à une latrine VIP, c'est-à-dire munie de 2 fosses vidangeables en alternance et d'un dispositif d'aération permettant d'éviter odeurs et mouches (jeu d'enchères dit VDP2). Pour la même raison que ci-dessus, les possesseurs d'un WC à fosse septique n'ont pas été exclus de ce jeu d'enchères ;
3. *Système d'assainissement amélioré des eaux usées ménagères* (jeu d'enchères VDP3) : ce système se réfère implicitement au dispositif-type mis en œuvre à Ouagadougou dans le cadre du PSAO⁶¹ et comprenant un puisard, un bac destiné à la lessive et à la vaisselle ainsi qu'une évacuation des eaux usées en provenance du bac et de la douche en direction du puisard ;
4. *Système global d'assainissement autonome* (jeu d'enchères VDP4), combinant une latrine VIP (système visé par VDP2) et un ensemble puisard + bac (système visé par VDP3) ;
5. *Système d'assainissement hors site* de type réseau (jeu d'enchères VDP5).

Pour l'AFCS, la volonté de payer exprimée par les enquêtés (VDP1 à VDP5) a été classée selon une échelle à quatre valeurs :

1. *Refus de payer* ;
2. Volonté de payer dite « *faible* », tombant dans les deux premiers des 8 intervalles possibles (c'est-à-dire inférieure au plus petit des 3 prix proposées dans chaque jeu d'enchères ou bien supérieure à ce dernier mais inférieure au prix immédiatement supérieur) ;
3. Volonté de payer dite « *modérée* », tombant dans les 2 intervalles immédiatement supérieurs ;
4. Volonté de payer dite « *forte* », c'est-à-dire supérieure à la mise d'entrée (premier prix proposé dans chaque jeu d'enchère)⁶².

Les variables candidates à expliquer la volonté de payer et retenues pour l'analyse sont les suivantes⁶³ :

- Le système d'assainissement des excréta existant, avec les 4 modalités suivantes :
 - Pas de latrine
 - Latrine traditionnelle
 - Latrine à fosse revêtue
 - WC à fosse septique

61 Plan Stratégique d'Assainissement de Ouagadougou (voir Altaf et Hugues - 1991)

62 ce choix a été guidé par la constatation suivant laquelle peu d'enquêtés ont exprimé une volonté de payer supérieure à la mise d'entrée

63 les modalités citées ci-après tiennent compte des éventuels recodages nécessaires, notamment pour les variables quantitatives (voir explications supra Partie I.2.5.4 page 96)

- Latrine(s) + WC à fosse septique
- Le système d'assainissement des eaux usées existant, avec les 3 modalités suivantes :
 - Pas de puisard
 - Puisard pour eaux de douche
 - Puisard toutes eaux
- Le sexe de l'individu (2 modalités : Homme/Femme)
- Chef de ménage (2 modalités : Oui/Non)
- La présence d'autres ménages sur la concession (2 modalités : Oui/Non)
- Le statut d'occupation du ménage (3 modalités : Propriétaire/Locataire/Hébergé gratis)
- La cohabitation sur la parcelle du propriétaire et du (ou des) locataire(s) sur la concession (2 modalités : Oui/Non)
- Electricité (2 modalités : Oui/Non)
- Le mode principal d'approvisionnement en eau de boisson (6 modalités : Branchement ONEA du ménage / Robinet d'un voisin / Borne-fontaine / Revendeur-livreur / Puits / Autre)
- L'ancienneté de la latrine (5 modalités : Moins d'un an / De 1 à 5 ans / De 5 à 10 ans / De 10 à 15 ans / Plus de 15 ans)
- La satisfaction vis-à-vis du système d'assainissement des excréta (3 modalités : Très satisfait / Moyennement satisfait / Pas du tout satisfait)
- La satisfaction vis-à-vis du système d'évacuation des eaux usées du ménage (3 modalités : Très satisfait / Moyennement satisfait / Pas du tout satisfait)
- Indicateur de richesses (note sur 20) (4 modalités : Moins de 2 / De 2 à moins de 5 / De 5 à moins de 10 / Plus de 10)
- Le niveau d'éducation atteint par enquêté (4 modalités : Primaire / Secondaire / Supérieur / Autre)
- L'activité du membre du ménage ayant revenu principal (5 modalités : Travaille à son compte / Travaille dans secteur privé / Fonctionnaire / Retraité / Autre)
- Le nombre de mois nécessaire pour épargner ou rembourser un crédit de 100 000 Frs CFA destinés au financement d'une latrine (4 modalités : 0 (paiement comptant) / De 1 à moins de 12 / De 12 à moins de 24 / Plus de 24 ou impossibilité)
- Information préalable au sujet des latrines améliorées de l'ONEA (2 modalités : Oui/Non)
- Parcelle riveraine d'un caniveau (2 modalités : Oui/Non)
- L'âge de l'individu (3 modalités : Moins de 40 ans / De 40 à 60 ans / 60 ans et plus).

Le graphique représenté sur la Figure 11 permet d'identifier les facteurs déterminants de la demande. En effet, le premier axe principal « explique » 39% de la mesure de dépendance du Chi-2, autrement dit de la « variance » totale des observations selon les deux groupes de variables et le second en explique 24%. Le plan principal constitué par ces deux premiers axes principaux fournit ainsi presque les 2/3 de l'information totale. L'interprétation de ces axes est donc particulièrement importante pour comprendre « qui est prêt à payer quoi ». Cette interprétation se fait à partir de l'examen des contributions aux axes des modalités des différentes variables. On montre ainsi ce qui suit.

i. Premier axe principal (39% de l'information)

La tendance dominante de la demande est celle d'une opposition, matérialisée par l'axe principal n°1, entre :

- (à droite de l'axe) des *locataires vivant dans des logements de haut standing*⁶⁴, d'un niveau d'éducation supérieur, plutôt fonctionnaires et déjà informés des « latrines

⁶⁴ fortes contributions des modalités suivantes : latrine(s) traditionnelle(s) + WC à fosse septique, électricité

améliorés » de l'ONEA (PSAO), ne cohabitent pas avec leur propriétaire, plutôt capable de payer comptant une latrine de 100 000 Frs

- (à gauche de l'axe) Des *résidents en habitat de bas standing* 65, généralement propriétaires et vivant plutôt seuls avec leur ménage sur leur concession, n'ayant suivi d'autres études que l'école coranique, devant plutôt épargner (ou rembourser l'emprunt) pendant 1 à 2 ans pour financer une latrine de 100 000 Frs.

ii. Second axe principal (24% de l'information)

La seconde tendance dominante est celle d'une opposition, matérialisée par l'axe principal n°2, entre :

- (en haut de l'axe) La *forte capacité contributive* (moins d'un an d'épargne ou de durée d'emprunt pour financer une latrine de 100 000 Frs - voire paiement comptant -) de *personnes de moins de 40 ans*, avec un indicateur de richesse supérieur à 10, déjà informées des latrines améliorées de l'ONEA, plutôt pas du tout satisfaites de leur mode d'assainissement des eaux usées ménagères et moyennement de celui des excréta, plutôt propriétaires et fonctionnaires, de niveau d'éducation supérieur.
- (en bas de l'axe) la *capacité contributive nulle ou très faible* (plus de 2 ans ou impossibilité d'épargne ou de remboursement d'un emprunt pour financer une latrine de 100 000 Frs) de *personnes de plus de 60 ans*, plutôt très satisfaites de l'assainissement de leurs eaux usées (souvent puisard toutes eaux), plutôt locataires et ayant suivi l'école coranique.

dans le logement, puisard toutes eaux et raccordement au réseau d'eau potable

65 fortes contributions des modalités suivantes : pas de puisard, pas d'électricité, pas de raccordement au réseau d'eau de l'ONEA mais approvisionnement en eau à la borne-fontaine ou au puits

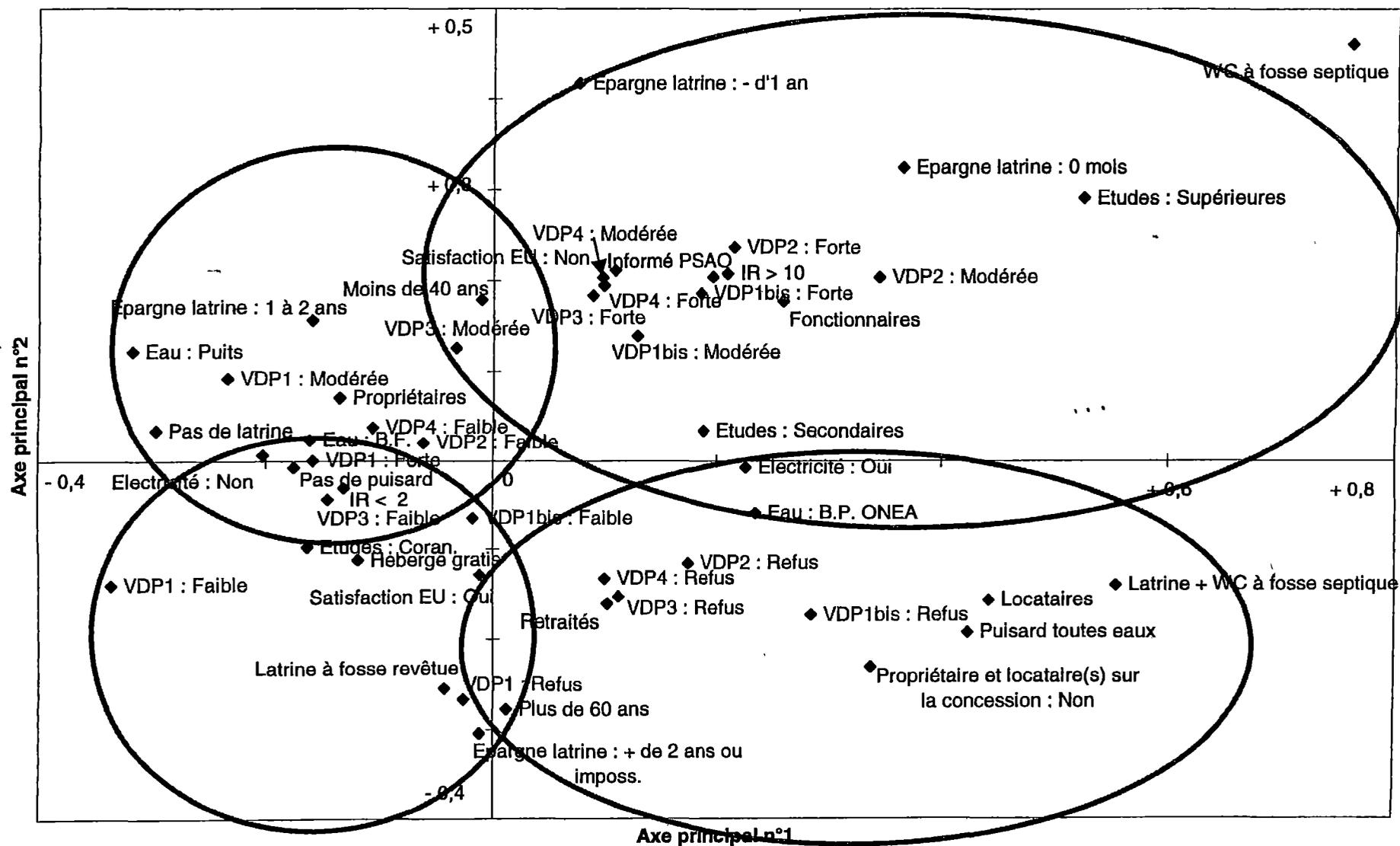


Figure 11 : AFCS de la VDP pour un assainissement amélioré à Bobo Dioulasso - Mapping sur axes principaux n°1 et 2 (Morel à l'Hulssler - 1998)

La synthèse des résultats de l'AFCS permet d'identifier plusieurs groupes ou sous-populations homogènes du point de vue de leurs caractéristiques et de leurs préférences pour un assainissement amélioré. Cette synthèse est facilement lisible sur les « mappings » de l'analyse factorielle des composantes simples. Il apparaît en effet sur la Figure 11 quatre groupes bien différenciés :

1. Située dans le quart Nord-Est du mapping, une population plutôt jeune, éduquée, employée dans la fonction publique, ayant déjà entendu parler des latrines améliorées de l'ONEA et locataire de logements de haut standing. Leur demande est uniformément modérée à forte pour toutes les améliorations proposées, à l'exception de l'amélioration de la latrine existante en banco puisqu'ils ne sont pas concernés (leur latrine d'appoint, lorsqu'elle existe, est construite en ciment). Leur préférence va donc vers l'amélioration la plus coûteuse, c'est-à-dire l'assainissement global excreta + eaux usées, d'autant qu'ils sont souvent insatisfaits du mode d'assainissement de leurs eaux usées ménagères. Dans tous les cas, ils ont une forte capacité d'épargne : ils se déclarent en mesure de mobiliser une somme de 100 000 Frs en moins de 6 mois, voire de payer comptant;
2. A l'opposé, dans le quart Sud-Ouest du mapping, se distingue une population de propriétaires ou d'hébergés gratuits, plutôt âgée, au faible niveau d'éducation, aux faibles ressources et aux logements sous-équipés. Ils sont globalement satisfaits de l'assainissement de leurs eaux usées - pour lequel ils ne possèdent pourtant pas de puisard - et refusent donc d'investir pour l'améliorer. Leur priorité va à l'amélioration de leur latrine en banco : les plus pauvres d'entre eux, dénués de toute capacité d'épargne, sont contraints de refuser sa réhabilitation mais dès qu'ils le peuvent, ils expriment une volonté de payer qui, pour être faible, exprime cependant une véritable motivation ;
3. Dans le quart Nord-Ouest se rassemble une population qui, comme la précédente, possède une parcelle sous-équipée et a sensiblement les mêmes pratiques d'assainissement (latrine traditionnelle en banco, pas de puisard) mais qui dispose d'une capacité contributive supérieure, est plus jeune et moins satisfaite de l'assainissement de ses eaux usées. Leur capacité d'épargne, tout en demeurant faible (il leur faudrait entre 1 et 2 ans pour épargner 100 000 frs) leur permet d'exprimer une volonté de payer modérée pour réhabiliter leur latrine ou pour bénéficier d'une installation d'assainissement des eaux usées. Cette capacité n'est cependant pas suffisante pour manifester autre chose qu'une volonté de payer faible pour une nouvelle latrine ou un dispositif global d'assainissement excreta + eaux usées ;
4. Enfin, dans le quart Sud-Est sont rassemblés surtout des locataires bénéficiant d'un habitat de bon standing tout en ayant une faible capacité d'épargne (beaucoup sont retraités), satisfaits de leur assainissement et refusant globalement de payer pour une amélioration de leur assainissement, quelle qu'elle soit.

Grâce à l'utilisation de l'AFCS, cette étude de volonté de payer a donc permis de dégager un certain nombre de sous-populations « cibles », dont le profil et la demande sont suffisamment homogènes pour faire l'objet d'une stratégie particulière lors de la mise en oeuvre du projet. La robustesse de cette "typologie" de la demande peut être appréciée à travers le pourcentage élevé d'information (2/3) apportée par les deux composantes principales.

2.5.6. Les tests de fiabilité

En plus des variables indépendantes listées ci-dessus pour le modèle multivarié, l'analyste peut inclure des variables conçues pour vérifier la fiabilité et les biais du jeu d'enchères. Par exemple, si l'on fait débiter le jeu d'enchères à une mise faible pour certains enquêtés et à une mise élevée pour d'autres, on pourra introduire une variable muette représentant cette mise d'entrée. Si elle s'avère statistiquement significative, il sera prouvé que le choix de cette mise introduit un biais et la fiabilité des résultats de l'analyse sera remise en question.

De même, si le questionnaire inclut par exemple deux jeux d'enchères distincts correspondant à des modes de financement ou à des niveaux de service différents, on pourra administrer le questionnaire à un sous-groupe en commençant par l'un de ces deux jeux et à second sous-groupe en commençant par l'autre. Une variable muette représentant cet ordre est introduite comme déterminant possible des enchères sur la VDP. Comme il n'y a pas de raison logique pouvant justifier que les préférences des enquêtés diffèrent suivant l'ordre des questions, une corrélation significative de cette variable sera de nouveau interprétée comme la preuve d'un biais.

Si l'équipe d'étude n'est pas en mesure, quelles qu'en soient les raisons, d'étudier les déterminants de la volonté de payer par une analyse multivariée, une méthode alternative - moins satisfaisante cependant - pour tester les biais consiste à calculer les moyennes des sous-échantillons qui ont reçu, par exemple, différentes mises de départ. L'analyste peut alors tester s'il existe des différences significatives entre les moyennes des sous-échantillons.

2.6. Les études complémentaires aux enquêtes de volonté de payer

2.6.1. Les observations directes aux sources d'approvisionnement

- Dans certaines études sur la volonté de payer, il peut être judicieux de croiser quelques-unes des informations obtenues par les enquêtes-ménages sur les quantités d'eau consommées avec le choix du mode d'approvisionnement. Il est souvent difficile en effet d'obtenir des informations fiables sur les usages de l'eau en demandant directement aux gens la quantité d'eau que chaque membre du ménage utilise : un enquêté peut ne pas être capable d'estimer les volumes ou ne pas savoir combien de seaux ou d'autres récipients les autres membres du ménage ont ramenés. Lorsque les consommations spécifiques par habitant sont faibles, on peut supposer que chacun connaît avec davantage de précision la quantité d'eau consommée par le ménage que lorsque l'eau est plus facilement accessible. Pourtant, même dans ce cas, un membre masculin du ménage peut très bien ne pas avoir une idée claire de la quantité d'eau que les femmes collectent.

Une façon de valider ou de compléter les informations obtenues au cours de l'enquête-ménage est alors de poster des observateurs aux points d'eau existants et de leur faire noter les volumes collectés par les individus qui viennent s'y approvisionner. Ces données peuvent être

comparées de plusieurs manières aux réponses des questionnaires. Dans l'étude sur la volonté de payer menée par WASH en Haïti, par exemple, une carte et un ruban numérotés avaient été donnés à chaque enquêté. On avait demandé à celui-ci de présenter la carte ou le ruban à l'observateur du point d'eau à chaque fois qu'il irait y chercher de l'eau. L'observateur note alors le numéro du ménage en regard du volume collecté.

En pratique, une observation directe aux sources d'approvisionnement en eau n'est réalisable que si le nombre de sources utilisées est limité. Les observations devraient normalement être poursuivies pendant plusieurs jours consécutifs de façon à déterminer les fluctuations des quantités prélevées et du choix de la source. De plus, un individu ne peut sans doute pas assurer seul les observations d'une journée entière car la collecte de l'eau débute généralement très tôt le matin et peut se poursuivre longtemps après la tombée de la nuit. Deux observateurs sont donc nécessaires par jour et par point d'eau. L'observation directe requiert par conséquent beaucoup de temps et de personnel. D'un autre côté, les observateurs n'ont pas besoin de recevoir une formation aussi poussée que les enquêteurs. Ils doivent seulement savoir lire, écrire et être en mesure d'estimer le volume de chaque récipient, éventuellement de lire l'heure, si l'on souhaite déterminer les temps d'attente et les heures de pointe. Les entrées typiques d'un cahier d'observations devraient être l'heure à laquelle un individu arrive au point d'eau, le nom ou le numéro du ménage auquel il appartient, son sexe, son âge (adulte ou enfant), la quantité d'eau collectée et l'heure de départ.

Bien que l'enregistrement de telles informations puisse apparaître comme évident et routinier, il est important que la procédure de collecte de ces données et les entrées du cahier d'observations soient prétestées au même titre que tout questionnaire. Auprès d'un point d'eau très fréquenté, un observateur peut rapidement être dépassé s'il lui a été demandé d'enregistrer de trop nombreuses informations. Au cours d'une étude financée par WASH et portant sur la revente de l'eau au Kenya, par exemple, des observateurs furent postés à chaque point d'eau d'un village et devaient enregistrer les heures d'arrivée et de départ de tous les gens qui venaient s'y approvisionner, particuliers et revendeurs (Whittington et al. - 1989a). Au moment des plus longues files d'attente, pas moins de 30 personnes attendaient au point d'eau et il devenait impossible pour l'observateur de se rappeler quand était arrivé un individu qu'il voyait partir, faute d'avoir pu l'identifier clairement sur une entrée du cahier d'observations. Dans ce cas particulier, la difficulté fut contournée en choisissant de ne noter les heures de départ et d'arrivée que pour les revendeurs d'eau et l'heure de départ seulement pour les particuliers.

La formation des observateurs devrait insister prioritairement sur l'estimation du volume des différents récipients. Leur candidature ne devrait être acceptée qu'à l'issue d'un test au cours duquel on leur demanderait par exemple de consigner toutes les observations voulues sur un cahier pendant une ou deux heures.

2.6.2. Les enquêtes sur la revente de l'eau

Un des moyens de croiser les résultats obtenus par les enquêtes-ménages sur la volonté de payer des populations consiste à observer ce que celles-ci dépensent réellement pour l'eau lorsqu'elles l'achètent à des revendeurs et de voir si leurs enchères sont raisonnables compte tenu des prix du marché de la revente. Des revendeurs d'eau opèrent dans la plupart des villes des pays en développement et dans de nombreuses zones rurales de ces pays. Des études visant à déterminer les quantités d'eau revendues et les prix pratiqués peuvent apporter des

informations précieuses sur la somme que les ménages sont prêts à consentir pour l'eau. Souvent, les ménages les plus pauvres achètent l'eau aux revendeurs à un prix supérieur au coût que représenterait leur raccordement à un réseau canalisé (Whittington et al. - 1989a).

Une étude sur la revente de l'eau doit être conçue de telle sorte que des entretiens soient menés avec tous les participants au système de revente, depuis les propriétaires des points de revente jusqu'aux clients finaux. Au cours des entretiens avec les revendeurs, l'accent doit être mis sur la formation et la structure des coûts, les tarifs pratiqués et les quantités revendues. A partir de ces informations, l'analyste peut déduire l'ordre de grandeur des bénéfices des revendeurs et leur capacité à contrôler les prix.

Du fait que la revente de l'eau est une activité du secteur informel, on ne trouve que rarement des informations officielles sur son étendue et son échelle. L'évaluation, même à grands traits, des flux monétaires et des quantités d'eau impliqués relève donc en quelque sorte d'un travail de détective. En interviewant les participants de la revente aux deux extrémités de la transaction -acheteurs et vendeurs-, les prix de revente pratiqués peuvent normalement être déterminés avec une précision correcte. Dans les études sur la revente de l'eau menées par WASH, il a été choisi une approche consistant à faire suivre un revendeur toute une journée dans ses tournées par un enquêteur et à faire noter par celui-ci chaque vente et le prix correspondant. Dans l'étude sur la revente au Nigeria, le chauffeur d'un camion-citerne a dû être payé pour permettre à l'enquêteur de l'accompagner toute la journée. Dans celle qui a été menée au Kenya, les revendeurs transportaient l'eau dans des jerrycans placés sur des charrettes et les enquêteurs les suivaient à pied, partageant à l'occasion la tâche de pousser les charrettes (Whittington et al. - 1989a).

Il est plus difficile d'obtenir des informations sur la quantité totale d'eau revendue que sur les prix pratiqués. En enquêtant auprès d'un certain nombre de revendeurs et en lui suivant au cours de leurs tournées quotidiennes, on peut estimer le niveau de vente moyen par revendeur, mais la quantité d'eau totale écoulee par tous les revendeurs dans la communauté demeure inconnue. Il y a trois façons de l'estimer. La première consiste à évaluer le nombre total de revendeurs et de le multiplier par le niveau moyen de vente par revendeur. L'estimation du nombre total de revendeurs peut s'avérer très difficile pour une vaste zone urbaine. Si les revendeurs sont organisés en un syndicat, ce qui est exceptionnel dans les pays d'Afrique francophone, l'information peut être recueillie auprès de celui-ci. Dans un centre secondaire ou un village, les habitants eux-mêmes peuvent fournir une estimation fiable du nombre total de revendeurs.

Une seconde manière de procéder consiste à placer des observateurs à tous les points d'eau où les revendeurs s'approvisionnent (ou à un échantillon de points d'eau) et à leur faire enregistrer les quantités d'eau recueillies par ces revendeurs pendant plusieurs tours consécutifs. Cette approche n'est possible que lorsque les points d'eau sont connus. Dans l'étude menée à Onitsha (Nigeria), par exemple, les vendeurs par camions-citernes s'approvisionnaient auprès de puits particuliers disséminés à travers toute la ville et il était impossible de dresser un inventaire de tous ces puits.

Une troisième approche consiste enfin à déduire l'estimation à partir des enquêtes-ménages. Si le questionnaire inclut des questions sur la quantité d'eau qui est achetée à des revendeurs, l'analyste peut extrapoler de l'échantillon des ménages à l'ensemble de la population urbaine. Pour plusieurs raisons, cette dernière approche est probablement la moins fiable. D'abord, l'estimation fournie par l'enquêté est souvent très imprécise. Ensuite, les ménages enquêtés peuvent ne pas être représentatifs de la population totale si l'échantillonnage n'a pas été

effectué avec la plus grande rigueur, notamment à cause d'une base de sondage peu fiable. Enfin, l'estimation de la population totale d'un village, d'un centre ou d'une ville est très souvent imprécise.

2.7. Les ressources requises

2.7.1. Compétences requises pour l'équipe de projet

L'équipe chargée d'une étude sur la volonté de payer devrait typiquement se composer de :

- un directeur d'étude : économiste de l'environnement, des ressources naturelles ou de l'agriculture, ayant une expérience de recherche et d'enquête dans les pays en développement (de préférence dans des études d'évaluation contingente) ;
- un assistant de recherche : ayant une compétence en informatique et une expérience en analyse statistique ;
- un ou deux superviseurs d'enquête : de préférence ingénieur(s) en génie civil ayant une connaissance de la situation de l'approvisionnement en eau dans la zone d'étude ;
- une équipe d'enquêteurs.

Si le directeur d'étude n'est pas un ressortissant du pays hôte, un national doit alors être engagé comme homologue du directeur d'étude. Cet homologue recevra une formation sur la méthodologie de l'évaluation contingente et participera à la formation des enquêteurs ainsi qu'à l'encadrement du travail de terrain. Il devrait aussi participer à l'élaboration du questionnaire d'enquête-ménage et à sa traduction.

Dans des conditions idéales, l'équipe de projet devrait inclure une ou plusieurs personne(s) chargée(s) de saisir sur micro-ordinateur les données du questionnaire dès le lendemain où ceux-ci ont été remplis, pendant que l'enquête se poursuit par ailleurs. Ceci offre d'abord l'avantage de permettre à l'analyste (ou assistant de recherche) d'effectuer un traitement préliminaire, ce qui offrira l'opportunité au directeur d'étude, si des problèmes apparaissent sur certaines questions, de modifier leur formulation en conséquence et de faire poursuivre l'enquête avec un questionnaire remanié, réajusté.

En second lieu, si des problèmes apparaissent sur certains feuillets questionnaires, le directeur de projet peut s'entretenir avec les enquêteurs qui les ont remplis, et les résoudre, éventuellement en faisant retourner ces enquêteurs pour un second passage chez les ménages enquêtés.

Troisièmement, le directeur d'étude peut présenter des résultats préliminaires aux autorités officielles avant de quitter le pays.

Enfin, si tous les questionnaires peuvent être saisis sur micro-ordinateur avant le départ du directeur d'étude et que les fichiers peuvent être nettoyés de toute erreur de saisie, alors le directeur d'étude et son homologue national pourront disposer chacun d'une copie du fichier

de données. Si cela n'est pas fait, il faudra soit faire parvenir au directeur les questionnaires originaux (ce qui pour une vaste étude peut impliquer l'envoi de plusieurs centaines de kilos de papier à l'étranger), soit les laisser à l'homologue national qui devra surveiller la saisie des données. Cette seconde option peut entraîner des retards importants dans l'élaboration du rapport final et peut même s'avérer infaisable si de bonnes ressources micro-informatiques ne sont pas disponibles.

2.7.2. Chronogramme du projet

Pour une étude sur la volonté de payer, le travail de terrain nécessite typiquement de 4 à 6 semaines, selon le temps requis pour mettre sur pied le soutien logistique et institutionnel dans la zone d'étude. Le chronogramme ci-dessous donne une idée générale des principales tâches qui doivent être entreprises sur une durée de travail de terrain égale à un mois :

- semaine 1 : sélection du site et élaboration du questionnaire test ;
- semaine 2 : formation des enquêteurs et pré-enquête test ;
- semaine 3 : analyse des résultats de la pré-enquête test, révision du questionnaire, formation des enquêteurs au questionnaire révisé et élaboration de l'instrument d'enquête définitif ;
- semaine 4 : enquête

Ce chronogramme suppose que l'équipe se compose de 10 enquêteurs et que la taille de l'échantillon désiré est de 400 à 500 ménages. Il suppose aussi que les micro-ordinateurs sont disponibles et en nombre suffisant. On ne doit pas sous-estimer l'intérêt de disposer d'un traitement de texte pour l'élaboration et la révision du questionnaire. Celui-ci comportera typiquement une quinzaine de pages et il peut très bien y avoir 8 versions successives. De plus, un formatage convenable des questions, notamment de celles du jeu d'enquête, rend très long la frappe dactylographiée du questionnaire et, sans traitement de texte, il serait nécessaire de retaper ce questionnaire après la pré-enquête test. La préparation de la traduction du questionnaire sera également grandement facilitée par la possibilité de tirer des brouillons multiples à destination de l'équipe de traduction, pour qu'elle les examine et les commente.

Ce chronogramme suppose aussi que le support logistique a été préalablement arrangé et que les autorités officielles, nationales et locales, ont été informées de l'étude à mener et ont donné leur autorisation. Ces tâches sont souvent les plus longues. Si le directeur d'étude n'est pas un ressortissant du pays hôte, il lui faudra sans doute programmer deux déplacements sur le terrain : l'un pour le travail préliminaire et l'autre pour l'enquête proprement dite.

La première mission pourrait avoir pour objectifs :

- de discuter de l'étude avec les autorités pour obtenir la permission de mener les enquêtes ;
- d'identifier un homologue national pour la direction de l'étude et de négocier son contrat et sa mise à disposition ;

- de prendre les arrangements nécessaires pour assurer le soutien logistique, comprenant notamment les véhicules, l'essence, les facilités de reprographie du questionnaire et l'hébergement ;
- de visiter la zone d'étude de façon à observer la situation existante de l'approvisionnement en eau, à identifier les sites à étudier et à obtenir la permission des autorités locales de mener l'étude⁶⁶ ;
- de collecter les informations nécessaires à l'élaboration de la base d'échantillonnage (cartes, plans, données démographiques et socio-économiques).

Si ces objectifs peuvent être atteints au cours de la première mission, ceux de la seconde consisteront à élaborer et prétester le questionnaire, puis à administrer l'enquête. A condition qu'aucune difficulté majeure ne se soit présentée dans la première mission, cette seconde mission peut être limitée à trois semaines.

A l'issue du travail de terrain, il faut généralement consacrer 2 à 3 mois pour l'analyse des données et la préparation du rapport. Le niveau d'effort et le temps requis dépendent directement du nombre de questionnaires à exploiter ainsi que de l'étendue et du degré de sophistication de l'analyse économétrique.

2.8. Utilisation des informations fournies par les études de volonté de payer

La question de savoir comment les autorités gouvernementales et les bailleurs de fonds peuvent faire le meilleur usage des informations collectées à travers les études sur la volonté de payer mérite un examen attentif. Bien que ces enquêtes puissent fournir aux sociétés distributrices, aux autorités locales et nationales et aux bailleurs de fonds des informations précieuses sur les préférences des ménages quant à un service d'approvisionnement en eau potable amélioré, de telles études ne peuvent se substituer à une participation active de la communauté à la prise de décision. Les études sur la volonté de payer ne constituent qu'un outil à la disposition des différentes institutions gouvernementales pour améliorer leur connaissance de la demande des ménages et la réponse probable de ceux-ci aux différents projets ou à la politique du secteur de l'eau. Une telle connaissance est nécessaire si les ministères de l'eau et les autres autorités planificatrices veulent éviter plusieurs des erreurs commises lors de programmes entrepris dans le secteur de l'eau par le passé, mais elles ne sauraient suffire à assurer leur succès. De façon idéale, l'information acquise lors de ces enquêtes devrait fournir une base pour entreprendre un dialogue en toute connaissance de cause entre les autorités gouvernementales et les collectivités locales ou les communautés.

Dans un premier cas de figure, l'étude de volonté de payer fournit aux décideurs une information qu'ils utilisent pour sélectionner le site du projet, le niveau de service et la structure tarifaire. En fait, l'enquête sur la volonté de payer aurait pu être utilisée pour

⁶⁶ En outre, s'il n'existe pas de plans des villages pour les sites d'étude choisis et qu'ils sont nécessaires pour calculer les distances parcourues par les ménages pour aller s'approvisionner en eau, il faudra alors prendre les dispositions pour les faire établir avant la seconde mission. Cependant, il est désormais plus pratique et plus économique de recourir aux systèmes de positionnement par satellite.

circonvenir les processus démocratiques locaux. Les ménages de la communauté ont exprimé leurs préférences à travers une enquête et, dans ce sens limité, leurs intérêts sont représentés. Cependant, ils ne participent pas de façon active au processus de prise de décision.

Dans un second cas de figure, les autorités traitent l'information recueillie à travers l'enquête sur la volonté de payer puis les résultats en sont présentés à la communauté pour devenir le fondement d'une décision conjointe, concertée et négociée de planification. Ainsi, la communauté locale et l'institution gouvernementale tirent toutes deux les leçons de l'étude sur la volonté de payer. La communauté est impliquée à la fois au niveau individuel en tant que pourvoyeuse d'information et au niveau collectif dans la prise de décision qui l'engage tout entière dans le choix d'un système d'approvisionnement en eau potable amélioré.

Evidemment, les réalités politiques et institutionnelles de la planification du secteur de l'eau se ramènent rarement à l'un ou l'autre de ces deux modèles très simplifiés. Les autorités locales et autres structures d'organisation communautaire peuvent ne pas être représentatives de la population. Les femmes et les plus démunis, notamment, ne sont pas souvent représentés de façon adéquate au niveau des pouvoirs locaux ou régionaux. Dans de tels cas, la seule consultation des élites locales peut mener à de sérieuses erreurs de jugement sur la nature des améliorations effectivement désirées par les populations. Les enquêtes sur la volonté de payer peuvent alors fournir aux institutions nationales un moyen appréciable de rassembler des informations qui ne soient pas « filtrées » par les élites locales. Même utile, cela n'accroît pas pour autant le pouvoir décisionnel des ménages enquêtés.

2.9. Validité des prévisions fondées sur les enquêtes de volonté de payer

La question de recherche abordée ici est celle de la validité de l'approche directe d'évaluation contingente dans la prédiction du comportement réel. Parce que les méthodes d'évaluation contingente sont utilisées pour mesurer la valeur des biens publics ou aménités environnementales, il n'est pas possible en économie de l'environnement de valider les réponses hypothétiques de la population enquêtée par le comportement réel du marché. Pour un service de distribution d'eau, cependant, il est possible de tester les résultats d'une enquête d'évaluation contingente en comparant les réponses données lorsque le système était hypothétique avec le comportement avéré des ménages une fois que ce système a été mis en place. Cette question est celle dite de la **révélation des bénéfices**.

Comme on l'a vu, les méthodes d'évaluation contingente sont sujettes à de nombreuses sources de biais et l'on peut songer à contourner cet inconvénient en songeant à ne conduire des enquêtes de volonté de payer rigoureuses et complètes que sur un petit nombre de cas bien choisis, à caler un modèle de la volonté de payer sur cet échantillon puis à utiliser ce modèle pour prédire la volonté de payer sur un site de projet. Dans cette méthode, dite de *transfert des bénéfices*, le comportement d'un groupe qui bénéficie déjà du service est en quelque sorte projeté sur un second groupe de façon à prévoir, par analogie, la volonté de payer de celui-ci pour le bien ou le service en question.

Cette approche du transfert des bénéfices est potentiellement intéressante d'un triple point de vue :

- lorsque le second groupe ne connaît pas le bien ou le service, on évite ainsi d'obtenir des estimations biaisées par le défaut d'informations (biais hypothétiques) ;
- lorsqu'il y a des risques que ce groupe oriente ses réponses de façon stratégique ;
- enfin parce que la technique ne requiert que peu de données additionnelles : une enquête-ménage légère destinée à recueillir les données nécessaires à l'application du modèle suffit.

La seconde question de recherche abordée dans ce chapitre est donc celle de la validité de cette méthode de transfert des bénéfiques.

L'enquête d'évaluation contingente menée à Kerala (Griffin et al. - 1995) a concerné des paires de communautés qui différaient principalement dans le fait qu'elles disposaient ou non d'un réseau d'approvisionnement en eau. Au cours de la période suivant l'étude d'évaluation contingente de 1988, des services d'approvisionnement en eau améliorés ont été mis en place dans les zones d'eau rare et d'eau saline. Les ménages des sites B, dans ces deux zones, ont dû faire le choix de se connecter ou non au système amélioré. Les familles qui y avaient été enquêtées en 88 l'ont de nouveau été en 1991 pour déterminer si elles s'étaient raccordées entre temps. Les auteurs de l'étude ont donc pu tester la précision des prédictions du transfert des bénéfiques réalisées sur la base des villages où existait déjà un réseau et la comparer aux prédictions des bénéfiques révélés, fondées sur les réponses aux enquêtes d'évaluation contingente menées dans les villages où n'existait pas de réseau.

Dans cette analyse, les raccordés sont définis comme ceux qui soit étaient déjà connectés au nouveau réseau pendant l'enquête de 91, soit avaient demandé un raccordement ou bien encore avait pris la décision de se raccorder lorsque l'appel à candidatures serait lancé par le gestionnaire de l'eau. Aux raccordés comme aux non-raccordés a été posée une série de questions concernant leur décision et les changements intervenus depuis l'enquête originelle.

Il a été supposé qu'un ménage se connecterait si son enchère maximale pour le raccordement en 1988 était supérieure au coût effectif de raccordement en 1991. Si le ménage était raccordé au moment de l'enquête en 1991, il lui était demandé combien le raccordement avait effectivement coûté. Si le ménage n'était pas connecté, l'enquêteur estimait le coût de raccordement pour ce ménage sur la base de la distance le séparant de la canalisation de distribution.

2.9.1. Méthode de révélation des bénéfiques

Les ménages se comportent-ils conformément à ce qu'ils ont annoncé ?

Dans l'étude de Kerala, il a été nécessaire d'exclure les familles pour lesquelles les prédictions n'ont pas pu être faites parce que leur enchère était maximale en 1988 (700 roupies) alors que le coût réel de leur raccordement en 1991 (qui variaient d'une maison à l'autre en fonction de la distance à la canalisation de distribution) excédait cette enchère maximale. Cette situation concernait 13 des 161 familles (dont 7 se sont connectées). Pour les 148 enquêtés restants, les résultats sont présentés dans le Tableau 31 ci-dessous.

Les résultats indiquent que 14,9% des enquêtés (22/148) se sont effectivement connectés. Ce chiffre n'est pas significativement différent (au niveau de confiance de 95%) de la prédiction :

14,2% (21/148). La précision brute⁶⁷ des prédictions fondées sur la révélation des bénéfices s'élève à 91% (voir tableau 4). Autrement dit, le comportement de 91% des familles [(15+120)/148] était cohérent avec les intentions qu'elles avaient déclarées dans l'enquête d'évaluation contingente de 1988. La *spécificité* des prédictions de raccordement (le pourcentage de ménages dont on avait prédit le raccordement et qui l'ont effectivement fait) s'élève à 71% (15/21). La *sensibilité* des prédictions de non-raccordement (le pourcentage de ceux dont on a prédit qu'ils ne se raccorderaient pas et qui l'ont fait en réalité) s'élève à 94% (120/127).

Comportement prédit ^a	Comportement avéré		Total
	Se sont raccordés	Ne se sont pas raccordés	
Se raccorderont	15	6	21
Ne se raccorderont pas	7	120	127
Total	22	126	148

a. Prédiction fondée sur l'enquête de 1988 auprès des ménages des sites B à eau rare.

Tableau 31 : Comparaison des comportements prédits et avérés (Kerala, Inde) / Méthode de révélation des bénéfices

Ainsi, les tris à plat des réponses à l'enquête d'évaluation contingente de 1988 ont fourni des réponses remarquablement précises à la prédiction de la proportion globale de l'échantillon qui se raccorderait comme à la prédiction des choix spécifiques des ménages face à l'opportunité de se raccorder au réseau en 1991.

En plus de déterminer si les familles se sont raccordées ou non, l'enquête de 1991 leur demandait pourquoi. Une variété de réponses a été apportée à ces questions ouvertes. Trois des treize enquêtés dont le comportement était contradictoire avec celui annoncé en 1988 ont cité « un changement du contexte économique ». Plus des trois quarts des non-raccordés ont indiqué que leur incapacité à payer le coût du raccordement était la raison principale de leur non-raccordement, conformément à ce qui avait été prévu à partir de l'analyse des données de 1988. La fiabilité du système a-t-elle affecté les décisions de raccordement dans l'échantillon de 1991 ? Sur la base des résultats de 1988, il avait été prévu que les ménages déjà raccordés accordaient de l'importance à la fiabilité, mais que cela ne constituait pas un critère de choix significatif pour ceux qui n'étaient pas encore raccordés. Les résultats des investigations ex post le confirment. Seule une faible proportion des non-raccordés (13%) a répondu qu'ils ne s'étaient pas raccordés à cause d'une fourniture inadéquate de l'eau par le réseau et aucun enquêté n'a mentionné la qualité du service comme raison décisive pour ne pas s'être raccordé. Néanmoins, ceux qui s'étaient raccordés entre 88 et 91 ont unanimement exprimé leur insatisfaction quant à la fiabilité du système. Tous ont déploré l'insuffisance de la quantité d'eau disponible aux robinets pendant la saison sèche.

2.9.2. Méthode de transfert des bénéfices

Nombreux sont ceux qui, avec quelque justesse, mettent en doute la validité des réponses à des questions hypothétiques par des sujets qui ont un intérêt fort dans les décisions issues de

⁶⁷ Voir supra chapitre Partie I.1.8 page 63 pour la définition des notions de précision brute, de spécificité et de sensibilité

l'étude. Les extrapolations fondées sur l'information rassemblée auprès d'un groupe similaire qui n'est pas sujet à ces problèmes peuvent réduire ce risque de biais et constituer ainsi une base plus saine pour prévoir les comportements futurs. La stratégie du transfert des bénéfiques dépend de la validité des modèles pouvant permettre d'extrapoler les modèles de demande calées sur une zone donnée à des populations de caractéristiques connues dans d'autres zones. Cette approche est encore très récente (Pearce - 1993 ; Desvousges, Naughton et Parsons - 1992 ; Boyle et Bergstrom - 1992). Aux États-Unis, il y a eu seulement un seul cas dans lequel des estimations d'évaluation contingente issues d'une étude ont été utilisées pour estimer des valeurs dans un autre site et la justice a refusé d'accepter les valeurs transférées comme preuve légitime (Brookshire et Neill - 1992).

Trois recommandations ont été formulées pour utiliser le transfert des bénéfiques. Premièrement le site étudié doit être très semblable au site sur lequel doivent s'effectuer les choix politiques. Deuxièmement, les projets ou modifications de politique sur le site étudié doivent être aussi très semblables à ceux proposés sur le site de transfert. Enfin les procédures d'évaluation utilisées sur le site d'étude doivent être analytiquement saines et soigneusement conduites (Pearce - 1994). Les études de Kerala (Griffin et al. - 1995) ont suivi rigoureusement ces recommandations.

L'enquête d'évaluation contingente auprès des ménages des sites A a été utilisée pour caler un modèle expliquant leur probabilité de raccordement. Les choix des enquêtés ont été modélisés en faisant appel à l'hypothèse d'une utilité aléatoire, où la probabilité qu'une famille choisisse de se raccorder est déterminée par les caractéristiques du ménage, les caractéristiques des systèmes d'approvisionnement améliorés et celles des modes d'approvisionnement alternatifs (Singh et al. - 1993). Le Tableau 4 de la page 31 contient les estimations des coefficients du modèle global fondé sur l'ensemble des observations des sites A et B. Moyennant des hypothèses raisonnables sur la distribution des erreurs, les estimations du modèle probit ne sont pas biaisées. Notons que le R^2 corrigé indique que seulement un tiers de la variance de la variable dépendante est expliqué par le modèle : cette statistique est relativement élevée pour des modèles de ce type mais suggère que les variables économiques et sociales retenues ne déterminent qu'une fraction limitée du comportement.

Il peut être problématique d'utiliser ce modèle calé sur un site pour prédire les réponses sur un autre site, et ceci pour plusieurs raisons. Par exemple, quelques variables peuvent se situer en dehors de leur intervalle de validité. Les coefficients ne sont en effet valables que sur l'intervalle dans lequel se situent les valeurs observées sur les échantillons du premier site. Une autre possibilité est celle que les composantes prévisibles du comportement puissent être négligeables par rapport à des effets spécifiques au site et inobservables ou à des effets aléatoires. Enfin une possibilité tient à la pertinence discutable d'une comparaison entre périodes de temps différentes sans apport d'informations nouvelles : quelques-unes des variables observées dans les équations peuvent avoir changé et ces changements ne pas avoir été observés. Le revenu en fournit un exemple. Dans la prédiction du comportement de 1991, il a été appliqué aux revenus des ménages en 88 un taux d'actualisation égal à celui de la croissance réelle de l'économie mais ceci ne permet pas d'intégrer les changements interindividuels relatifs au revenu réel.

L'utilisation des modèles comportementaux des sites A pour prédire le comportement du site à eau rare conduit à des prévisions tout à fait erronées. Ceci est vrai tant pour un calage sur les ménages de tous les sites A que pour un calage sur les seuls ménages du site A à eau rare (Tableau 32). Nous pouvons légitimement supposer que ce dernier calage serait le plus précis,

du fait que les caractéristiques de ce site sont les plus proches de celles du site B à eau rare. En utilisant l'approche de transfert des bénéfiques, il a été prévu qu'une proportion très élevée des ménages du site B se connecterait : 76% (128/169). Or, le Tableau 32 montre que seules 16,6% des familles (28/169) se sont raccordées. La différence est significative statistiquement. La précision brute est de 41%, la spécificité des prévisions de raccordement est de 22% et la sensibilité des prévisions de non-raccordement de 100%.

Les raisons pour lesquelles l'approche de transfert des bénéfiques donne ici de si piètres résultats sont évidentes. Il ne s'agit pas d'incriminer la spécification du modèle (l'utilisation des données du site B pour estimer les coefficients dans le modèle tend à surestimer légèrement le nombre de raccordements mais explique correctement le comportement). La raison majeure est celle d'une volonté de payer très faible dans le site B en 1988. Celle-ci était en moyenne de 267 roupies alors qu'elle s'élevait à 355 roupies pour les sites A et, pour le tarif mensuel, elle s'élevait en moyenne à 5,5 roupies pour le site B contre 19,3 pour les sites A équipés d'un réseau et 8,7 pour les sites A non équipés. En d'autres termes, les ménages des sites B accordaient en 1988 une valeur relativement faible au réseau et leur comportement observé en 1991 l'a confirmé. Les enquêtés des sites A se sont révélés de piètres substitués à ceux des sites B, pour des raisons apparemment inobservables ou liées à des spécificités des sites étudiés.

<i>Comportement prédit</i>	<i>Comportement avéré</i>		<i>Total</i>
	<i>Se sont raccordés</i>	<i>Ne se sont pas raccordés</i>	
<i>Transfert des bénéfiques, tous les sites A^a</i>			
Se raccorderont	27	78	103
Ne se raccorderont pas	1	65	66
<i>Total</i>	28	141	169
<i>Transfert des bénéfiques, site A à eau rare^b</i>			
Se raccorderont	28	100	128
Ne se raccorderont pas	0	41	41
<i>Total</i>	28	141	169

a. Prédiction fondée sur l'enquête de 1988 auprès des ménages de l'ensemble des sites A.

b. Prédiction fondée sur l'enquête de 1988 auprès des ménages des sites A à eau rare.

Tableau 32 : Comparaison des comportements prédits et avérés (Kerala, Inde) / Méthode de transfert des bénéfiques

2.9.3. Comparaison de la révélation des bénéfiques, du transfert des bénéfiques et du modèle comportemental

<i>Indicateur statistique</i>	<i>Valeur (%)</i>
<i>Révélation des bénéfiques^a</i>	
Précision brute	91
Spécificité des prévisions de raccordements	71
Sensibilité des prévisions de non-raccordements	94
<i>Transfert des bénéfiques, tous les sites A^b</i>	
Précision brute	54
Spécificité des prévisions de raccordements	26
Sensibilité des prévisions de non-raccordements	98
<i>Transfert des bénéfiques, sites à eau rare^c</i>	
Précision brute	41
Spécificité des prévisions de raccordements	22
Sensibilité des prévisions de non-raccordements	100

Modélisation comportementale⁶⁸	
Précision brute	82
Spécificité des prévisions de raccordements	43
Sensibilité des prévisions de non-raccordements	88

- a. Prédiction fondée sur l'enquête de 1988 auprès des ménages des sites B à eau rare.
- b. Prédiction fondée sur l'enquête de 1988 auprès des ménages de l'ensemble des sites A.
- c. Prédiction fondée sur l'enquête de 1988 auprès des ménages des sites A à eau rare.
- d. Prédiction fondée sur le modèle Probit calé sur l'enquête de 1988 auprès des ménages des sites B à eau rare.

Tableau 33 : Statistiques résumées sur la précision⁶⁸ des prévisions de comportement des ménages des sites B dans les zones à ressources en eau rares (Kerala, Inde)

En bref, la méthode de révélation des bénéfiques (fondée sur les réponses des questions d'évaluation contingente du site B) donne de bien meilleurs résultats que la méthode de transfert des bénéfiques (fondé sur le modèle comportemental du site A et transféré aux résultats du site B).

La méthode de l'inférence des comportements par les modèles comportementaux calés sur les mêmes données issues des enquêtes de volonté de payer⁶⁹ a cependant permis des prédictions presque aussi précises (voir Tableau 33).

2.10. Conclusions

A condition que l'étude de volonté de payer ait été menée avec toute la rigueur nécessaire, de simples tris à plat des réponses aux questions de volonté de payer peuvent fournir toutes les informations nécessaires pour prédire avec précision et de façon sécuritaire la proportion de ménages qui aura recours au service d'approvisionnement en eau potable amélioré sous contrainte d'une structure tarifaire donnée. Comme l'étude du Kerala l'a prouvé, la méthode de révélation des bénéfiques peut permettre en effet des prévisions remarquablement fiables du comportement avéré.

Bien qu'il s'agisse d'un résultat important, cette méthode ne fournit en pratique une réponse qu'à quelques-unes des questions que se posent les chercheurs et les décideurs. Ceux-ci souhaiteraient également connaître l'impact qu'aurait une modification de certaines variables de décision telles que le tarif, le coût de raccordement et la fiabilité. De simples tris à plat des données de l'évaluation contingente ne peuvent évidemment pas permettre de répondre à ces questions. Les modèles comportementaux sont alors utiles parce qu'ils permettent de simuler l'impact de changements des valeurs prises par les variables de gestion, d'estimer par exemple l'élasticité de la demande au tarif, de quantifier les modifications du bien-être (surplus des consommateurs) et de contrôler les variables qui ne sont pas liées à la gestion mais qui affectent aussi le comportement. Ces modèles peuvent néanmoins être entachés d'insuffisances les rendant inopérants : forme fonctionnelle ou bien loi de distribution des erreurs inappropriées.

L'étude du Kerala montre là encore que, soigneusement spécifié et calé sur des données de volonté de payer elles-mêmes issues d'enquêtes rigoureuses, la modélisation

⁶⁸ Rappels : la précision brute est le pourcentage de l'échantillon pour lequel le comportement avéré a été correctement prédit. La spécificité des prévisions de raccordement est le pourcentage de ceux dont on avait prévu qu'ils se raccorderaient et qui l'ont fait. La sensibilité des prévisions de non-raccordement est le pourcentage de ceux dont on avait prévu qu'ils ne se raccorderaient pas et qui ne l'ont pas fait.

⁶⁹ Voir supra Partie I.1.8 pages 63 et suivantes

comportementale permet d'atteindre une précision presque aussi bonne que celle de la méthode des bénéfices révélés dans la prévision de la demande de service.

Partie II. Les fonctions de coût

INTRODUCTION

1.1. Le champ d'étude

Conformément aux objectifs du Programme dans lequel s'inscrit cette étude, nous avons limité notre recherche des fonctions de coût aux deux champs d'étude principaux suivants :

- **Les petits centres ruraux**, dont la population se situe dans la tranche qui va de 2 000 à 10 000 ou 20 000 habitants. Ces centres sont suffisamment grands pour justifier la construction de réseaux de distribution d'eau et l'on dispose d'assez nombreuses données sur leurs charges d'exploitation.
- **Les quartiers mal lotis, irréguliers...** des grandes villes. Ces quartiers sont souvent alimentés par des systèmes de distribution d'eau particuliers (bornes-fontaines, revendeurs d'eau, charretiers,...), dont les charges d'exploitation sont différentes de celles des systèmes classiques par branchement domiciliaire.

Sont donc exclus du champ d'étude :

- Les villages, où le service de l'eau relève d'un mode d'intervention particulier - l'hydraulique villageoise - relativement bien connu et standardisé, notamment à la suite des grandes campagnes de forage réalisées pendant la DIEPA (1981-1990). Les charges d'exploitation sont principalement celles de la filière maintenance des pompes manuelles, au sujet desquels il existe déjà de nombreuses études (voir par exemple HYDRO CONSEIL - 1996c ou Collignon - 1996).
- Les zones bien urbanisées des grandes villes, où le service est assuré selon un mode assez proche de celui que l'on connaît partout ailleurs, par une entreprise « nationale » qui dispose d'une situation de monopole et dont la gestion moderne se prête bien aux audits comptables classiques.

1.2. Les sources d'informations disponibles

1.2.1. Analyse des comptes d'exploitation

Un certain nombre d'études récentes (Rwanda, Sénégal, Mauritanie...) ont permis de recueillir les comptes d'exploitation de Comités de gestion d'adduction. Mais l'analyse de ces comptes est toujours difficile, car il y a peu de documents comptables et que toutes les dépenses n'y sont pas comptabilisées (subventions extérieures provenant d'associations de ressortissants par exemple). L'étude menée par HYDRO CONSEIL sur le Cercle de Yélimané (Mali) donne quelques exemples de « l'archéologie comptable » à laquelle l'on doit se livrer pour recueillir des informations fiables sur les dépenses réellement engagées (voir HYDRO CONSEIL - 1997a).

Les régies municipales présentent des comptabilités plus formelles, mais bénéficiant de subventions pas toujours évidentes à expliciter (Rwanda, Cap Vert). Un traitement est donc nécessaire pour faire apparaître les dépenses réelles d'exploitation.

Une autre source d'information abondamment utilisée dans le cadre de cette étude est la comptabilité des Comités de gestion de l'eau mis en place à Port-au-Prince (Haïti) dans le cadre du programme CAMEP / GRET (pour plus de détails, voir HYDRO CONSEIL - 1998a). Le suivi rapproché (mois par mois) effectué par le GRET depuis plus d'un an fournit des données d'une remarquable qualité, à une échelle intéressante (une dizaine de quartiers, soit près de 200 000 personnes).

1.2.2. Analyse des budgets d'investissement

L'analyse des budgets des programmes d'équipements financés par les bailleurs de fonds fournit également des données intéressantes pour ce qui concerne les investissements, pour la simple raison que ces budgets sont souvent validés par des experts qui ont de longues années de pratique, ou, mieux encore, par des appels d'offres internationaux qui stimulent la concurrence entre les entreprises et les obligent à « serrer » leurs prix.

Pour l'analyse de ces budgets d'investissement, nous avons utilisé des sources provenant d'évaluations de projets ex ante (au niveau de l'étude de faisabilité : Ouganda, Haïti) ou d'évaluation ex post (après la réalisation des investissements : Haïti, Bénin, Algérie). Ce type de source d'informations a été largement utilisé dans cette partie, et notamment pour préparer le chapitre 3 "Les charges d'investissements".

1.2.3. Analyse de la filière d'importation de matériels et pièces détachées

Certaines filières d'importation de matériels et de pièces détachées sont en place depuis plus de 15 ans dans certains pays africains. De plus, le secteur privé occupe une part de plus en plus grande de ce secteur, après de longues années où les services techniques de l'Etat contrôlaient tout ou partie de la filière. L'analyse des prix de vente permet donc d'obtenir les informations indispensables à l'évaluation des charges de fonctionnement et de renouvellement des installations.

C'est notamment le cas en Guinée et en Guinée Bissau (pour les pièces de pompes manuelles), au Mali (pour la filière d'entretien et maintenance des groupes motorisés de pompage - GMP), ou encore au Sénégal (pour les petits réseaux d'adduction d'eau). Dans tous ces pays HYDRO CONSEIL a mené ou a participé récemment à des études sur ce thème.

1.2.4. Comptabilité analytique des entreprises et services publics de maintenance

Ce type de source d'information constitue la meilleure façon d'évaluer les charges d'entretien et de maintenance, car ces opérateurs (publics ou privés) mutualisent les pannes de nombreux systèmes d'approvisionnement en eau potable.

Nous avons analysé les comptes de la DEM au Sénégal, ceux d'artisans réparateurs de GMP à Tombouctou et Gao, au Mali, ainsi que ceux de l'opérateur privé (BTI) en charge de la maintenance des installations de pompage solaire pour le compte du Programme régional solaire en Mauritanie (PRS).

Ce type d'analyse permet d'obtenir des données statistiquement significatives, à l'échelle de plusieurs centaines de sites, car il « lisse » les inévitables différences de charges qui

apparaissent d'une station de pompage à l'autre, et qui sont fonction de la qualité des équipements installés et du sérieux de l'exploitant.

2. DIFFERENTS PRIX POUR DIFFERENTS NIVEAUX DE SERVICE

2.1. Il n'existe pas « un » prix de l'eau

Le « prix de l'eau » dépend fortement du service acheté par le client. On ne peut donc pas parler d'un prix unique et uniforme sur l'ensemble d'une ville, et même le concept de prix moyen doit être manié avec beaucoup de prudence, en définissant très clairement sur quel service porte cette moyenne.

Dans la seule ville de Kayes (Mali), par exemple, le prix moyen payé par trois grandes catégories d'usagers varie dans un rapport de un à dix :

Eléments du prix de l'eau pour divers types de services

(d'après Champetier-1997, Valfrey-1997 et Morel à l'Huissier-1997)

Abonnés réseau	Utilisateurs des bornes publiques	Clients des porteurs d'eau
----------------	-----------------------------------	----------------------------

Kayes (Mali - 54 000 habitants)

Prix d'achat par l'opérateur		0,88	3,50
Prix de vente au client	1,30	3,50	12,50

Dakar (Sénégal - 2 000 000 habitants)

Prix d'achat par l'opérateur		2,40	4 à 8
Prix de vente au client	3,25	8,00	14,00

Tableau 34 : Eléments du prix de l'eau pour divers types de service

- Mais les services achetés par ces trois groupes sont très différents :
 - Les **abonnés** de EdM achètent des quantités d'eau relativement importantes (100 l/j par personne), bénéficient d'une eau de bonne qualité à domicile, mais doivent disposer chaque mois de la trésorerie nécessaire pour honorer les factures. Le coût d'investissement du branchement et du dépôt de garantie constituent également une barrière importante pour l'accès à ce service.
 - Les utilisateurs des **bornes-fontaines** achètent des quantités nettement plus réduites (13,6 l/j par personne), à un prix nettement plus élevé, mais peuvent ajuster précisément leur consommation d'eau payante en fonction de leurs disponibilités financières (et se rabattre sur des points d'eau gratuits en cas de besoin)
 - Les clients des **porteurs d'eau** sont souvent des familles relativement aisées, qui ont construit trop loin du réseau pour y être raccordée et qui paient alors (très cher) le privilège de ne pas porter l'eau elles-mêmes à domicile.

2.2. Un prix variable en fonction du service : la chaîne des opérateurs privés de la distribution d'eau à Port-au-Prince

A Port-au-Prince, la distribution de l'eau potable est assurée à 80 % par des opérateurs privés. La grande diversité des demandes (depuis les quartiers bourgeois dominant la ville, jusqu'aux bidonvilles de bord de mer) a favorisé l'éclosion d'un grand nombre d'opérateurs, spécialisés sur un certain type de clientèle et offrant des services variés, à des tarifs adaptés (Valfrey - 1997c). Dans ce contexte, le prix de l'eau diffère évidemment beaucoup d'un niveau à l'autre de la chaîne d'approvisionnement. La gamme des prix peut aller de 1 à 50, comme l'illustre l'exemple de la Figure 12.

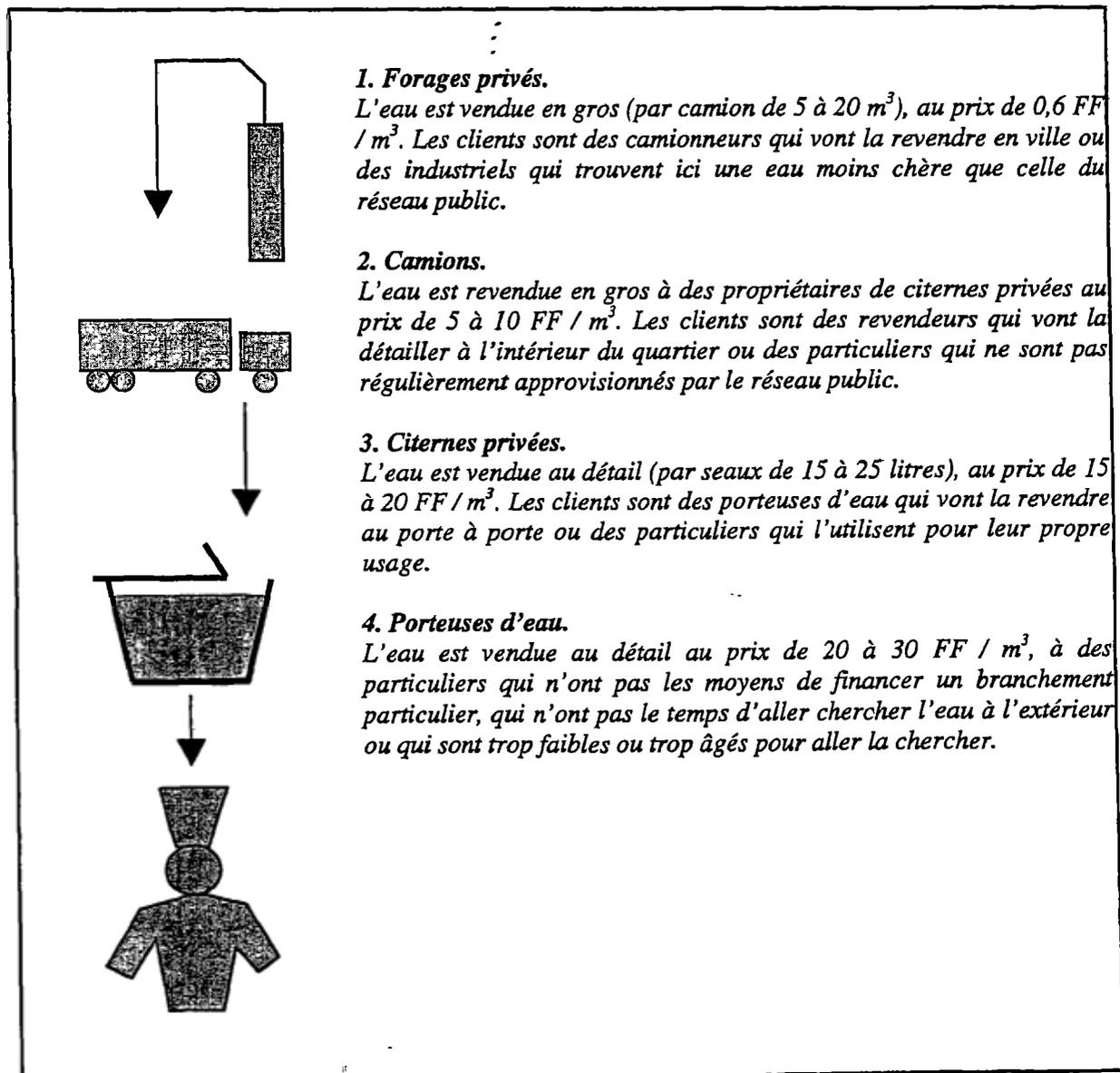


Figure 12 : Le prix de l'eau aux différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement par les opérateurs privés de la distribution à Port-au-Prince (Haïti)

3. LES CHARGES D'INVESTISSEMENTS

3.1. La maîtrise d'ouvrage

La maîtrise d'ouvrage recouvre l'ensemble des tâches que doit réaliser le propriétaire des futures installations (Etat, commune, parfois associations de migrants,...) pour qu'elles soient bien conçues et construites dans les règles de l'art. Cela comprend des éléments de l'étude de faisabilité (analyse des besoins et de la demande solvable, recherche de terrains pour les ouvrages,...), l'ingénierie financière (recherche des financements, emprunts, gestion de la trésorerie durant les travaux,...) et surtout le pilotage et le contrôle des travaux (procédures d'appel d'offres, commandes aux entreprises, contrôle des chantiers, réception des travaux). Il s'agit donc d'un ensemble de tâches assez important et qui est souvent négligé dans l'évaluation du coût des infrastructures, alors qu'il représente couramment **de 8 à 15 % du coût des travaux**.

Ces charges sont souvent oubliées, parce qu'elles sont réalisées par l'Administration elle-même (nationale ou locale), sur son propre budget, et qu'elles n'apparaissent pas dans le budget prévisionnel du programme financé par le bailleur de fonds. Mais cela ne les fait pas disparaître pour autant. Elles sont simplement supportées par le budget de l'Etat et donc finalement par les usagers eux-mêmes, au travers de leurs impôts.

Dans certains cas cependant (par exemple les réseaux de distribution financés par des associations de migrants, particulièrement actives dans la région du Fleuve Sénégal) ces fonctions de maîtrise d'ouvrage ne sont pas assurées très rigoureusement (pas de recours à des appels d'offres, pas de réel contrôle des entreprises,...) et n'apparaissent pas dans les budgets. Cela ne signifie pas d'ailleurs que les charges d'investissement soient plus réduites, car, faute d'une maîtrise d'ouvrage performante, les prestations des entreprises sont moins bonnes et leurs prix plus élevés.

On peut évaluer ces charges plus facilement quand elles apparaissent explicitement dans les budgets des programmes, soit parce que l'Administration fait appel à un assistant au maître d'ouvrage, soit parce qu'elle demande au bailleur de financer ses propres prestations de maîtrise d'ouvrage. Deux exemples :

- **A Port-au-Prince** (Haïti), dans le cadre du programme d'alimentation en eau des quartiers défavorisés, le GRET et la CAMEP ont fait appel à deux bureaux d'études locaux pour réaliser une partie de l'assistance à la maîtrise d'ouvrage. L'ensemble de ces prestations a coûté 470 000 FF, soit 9 % du montant des travaux (HYDRO CONSEIL - 1998a). Pour la seconde phase du programme, cette assistance à la maîtrise d'ouvrage sera encore développée et devrait coûter 500 000 FF, soit 12 % du montant des travaux.
- **En Ouganda**, l'administration (DWD) réalise elle-même les procédures d'appels d'offres et un monitoring général des programmes d'approvisionnement en eau des petits centres. Pour ces fonctions, qui ne représentent qu'une partie de la maîtrise d'ouvrage, elle

demande aux bailleurs de fonds de financer directement ses charges de logistique et une partie de son personnel, pour un coût total qui va de 8 à 12 % du montant des programmes.

3.2. La maîtrise d'œuvre

La maîtrise d'œuvre est l'ensemble des tâches qui apportent au maître d'ouvrage la garantie que le programme sera réalisé dans de bonnes conditions, en respectant les délais et les normes de qualité, en mobilisant la population concernée pour aboutir à des équipements viables. Le maître d'œuvre est également le garant que les travaux sont cohérents entre eux et avec les objectifs du projet.

Contrairement aux fonctions de maîtrise d'ouvrage, ces fonctions sont généralement assez bien identifiables dans les budgets des grands programmes, car elles sont confiées à un bureau d'études privé ou à des ONG, qui joue le rôle d'ensemblier, par rapport à un ensemble de sous-traitants spécialisés (entreprises de génie civil, fournisseurs de matériel, animateurs,.....).

Cet ensemble de fonction représente généralement **15 à 30 % du montant des travaux effectués par les entreprises**, ce qui est considérable. Pourtant, les responsabilités prises par le bureau d'étude sont généralement moins étendues que celles qui sont acceptées par un maître d'œuvre en Europe. En particulier, le bureau d'études ne fournit pas une garantie décennale et ce sont ses sous-traitants eux-mêmes (notamment les fournisseurs de pompes) qui prennent la charge financière des quelques garanties fournies. Ce bureau d'étude est d'ailleurs appelé dans les marchés publics de la CFD ou de la Banque Mondiale « Ingénieur Conseil » ou « Consultant », ce qui tend à limiter ses responsabilités et à obliger le client lui-même (l'Administration) à prendre une large part des responsabilités.

Au regard de cette prise de responsabilité limitée, la charge de la maîtrise d'œuvre (15 à 30 %) pourrait sembler lourde. Mais elle correspond à une réelle prise de risque pour les bureaux d'études, qui acceptent de garantir la « bonne fin » d'un projet dans des pays politiquement instables et qui n'offrent aucune protection juridique aux entreprises privées. Cette charge est probablement incompressible, puisque ce sont des taux validés par d'innombrables appels d'offres. Et nombreux sont les programmes qui ont échoué pour avoir voulu « rogner » sur le budget alloué aux prestations de maîtrise d'œuvre.

Pour des travaux de faible envergure (creusement d'un puits, d'un forage, construction de quelques bornes-fontaines, pose de quelques kilomètres de conduite...), l'entreprise qui assure les travaux est le maître d'œuvre et le coût de la maîtrise d'œuvre est donc intégré à celui des travaux. Il n'apparaît pas explicitement dans le budget, mais n'est pas négligé pour autant, puisque l'entreprise l'intègre à son devis.

3.3. Les captages

3.3.1. Les puits

Le coût de construction des puits moderne est assez uniforme en Afrique de l'Ouest (2 000 à 3 000 FF par mètre). Cette uniformité correspond à un standard accepté dans toute la région, et qui offre une bonne garantie de pérennité (30 à 50 ans) :

- Puits de 180 cm de diamètre intérieur

- Cuvelage en béton armé banché
- Captage en buses préfabriquées mises en place par havage
- Mises en eau de 5 mètres au minimum.

Il est évident que des puits réalisés par des techniques plus rudimentaires (cuvelage en Friry, diamètre plus étroit, faibles mises en eau) sont moins coûteux, mais leur pérennité est nettement plus réduite et ces techniques ne devraient donc pas être utilisées pour les points d'eau potable collectifs, qui sont alimentés équiper durablement le village.

La construction de puits modernes est une technique plutôt réservée à l'approvisionnement en eau de boisson en milieu rural et à celle du bétail. Ce type d'ouvrage, fortement exposé à la pollution superficielle, ne garantit pas toujours une qualité de l'eau satisfaisante.

Dans de nombreuses villes, une part importante de l'alimentation en eau des familles provient des puits privés, construits à l'intérieur des concessions.

3.3.2. Les forages

En ce qui concerne les forages, les modèles d'ouvrages sont plus diversifiés et les coûts de construction varient évidemment en fonction des options techniques retenues (diamètre, type de tubage, traitements chimiques,...). Il faut distinguer au moins trois types de forages :

- Les forages réalisés avec des techniques « allégées » (tarières à main, petit battage,...) ; ils ne sont guère utilisés pour l'AEP et jamais pour l'AEP urbaine ;
- Les forages réalisés au marteau fond de trou dans des terrains consolidés, et tubés en PVC de 100 mm. C'est le forage type des programmes d'hydraulique villageoise et le grand nombre de marchés concurrentiels passés depuis 20 ans a permis de lisser les prix, aux alentours de 50 000 FF l'unité ;
- Les forages en gros diamètre, (tubés en plus de 150 mm de diamètre intérieur), réalisés au rotary et destinés à l'AEP urbaine.

Dans ce dernier cas (qui concerne le plus directement la présente étude), le coût des ouvrages dépend fortement de la nature des terrains (stables ou instables), et de la profondeur de la nappe, qui conditionne la profondeur des forages. Par exemple, en Algérie, nous avons établi pour les forages profonds des relations simples (coût / profondeur), mais ces relations diffèrent selon le contexte géologique de la zone.

Coût des forages profonds (200 à 600 m) pour l'AEP des villes de la région de Tlemcen en Algérie (BENSAOULAH et COLLIGNON, 1986) (1 dinar = 0,8 FF en 1986)

	Droite de régression Coût / Profondeur	Volumes exploitables (m ³)	Investissement (dinars)	Coût unitaire (dinars/m ³)
Forages dans les sables (tubage, crépines, gravier, polyphosphates)	$C = 4410 \times P + 390\ 000$	10 000 000	9 392 000	0,261
Forages dans des calcaires peu productifs (pas de tubage des calcaires)	$C = 1610 \times P + 623\ 000$	71 000 000	8 032 000	0,113
Forages dans des calcaires très productifs (forage rotary en pertes totales de boue)	$C = 4150 \times P + 660\ 000$	112 000 000	11 690 000	0,104
Forages non équipés (débit insuffisant)	$C = 3660 \times P + 390\ 000$	négligeable	2 611 000	

Tableau 35 : Exemples de fonctions de coût des forages profonds

3.3.3. Les captages en rivière

Il est totalement impossible de modéliser le coût unitaire de ces captages, car ils ne dépendent guère du débit capté, mais plutôt de la topographie du site (largeur et profondeur), de la nature des berges (rocheuses ou pas) et de l'hydrologie (hauteurs de crue et vitesse du courant). En conséquence, l'évaluation du coût d'un captage en rivière ne peut se faire qu'au cas par cas.

3.3.4. L'influence du contexte hydrogéologique

Le coût des captages (que ce soit un puits, un forage...) est très variable en fonction de la situation hydrogéologique et hydrologique de la région. C'est d'ailleurs l'un des principaux facteurs de différence de coût entre les réseaux. Selon les zones, les charges d'investissement varieront dans un rapport de un à dix et il en est de même pour les charges d'exploitation, qui dépendent directement de la différence d'altitude entre la ressource en eau et la zone à desservir.

Carte de coût moyen d'exploitation des eaux souterraines en F CFA. Niger, bassin sédimentaire. (BRGM, 1975, cité dans MARGAT et al. 1983).

3.4. L'exhaure (pompes et moteurs)

C'est l'une des charges d'investissement les mieux prévisibles, car les fournisseurs de pompes et de moteurs sont soumis à une rude concurrence et au respect de normes techniques assez précises, ce qui les oblige à étudier soigneusement leurs coûts de production et leurs marges. Par contre, il existe une très grande diversité de dispositifs d'exhaure et les charges d'investissement dépendent donc très fortement du choix opéré par le maître d'ouvrage, qui doit tenir compte non seulement des charges d'investissement, mais aussi des contraintes de la maintenance, de l'exploitation et de renouvellement.

3.4.1. Stations thermiques (à énergie fossile)

Il s'agit le plus souvent de moteurs diesel, car le rendement des moteurs à essence est médiocre et leur durée de vie limitée à 5 000 heures. Les motopompes à essence sont donc réservées à des applications assez spéculatives et à haute valeur ajoutée comme le maraîchage dans les banlieues des grandes villes.

Le moteur est directement accouplé à une pompe à axe vertical ou à un alternateur alimentant une électropompe immergée. C'est le type d'équipement le plus courant pour l'alimentation en eau des petits centres. Dans un pays comme le Sénégal on dénombre plus de 800 de ces

types de stations de pompage et elles y constituent le système d'exhaure de l'eau de loin le plus fréquent pour l'alimentation en eau des petits centres.

La maintenance et le fonctionnement de ces moteurs constituent souvent le principal poste de dépenses pour les petites adductions (nous en reparlerons ci-dessous), mais c'est aussi la principale charge de renouvellement que devront affronter les exploitants, car le réseau lui-même a une longue durée de vie et qu'il supporte des réparations limitées. La charge d'investissement pour une station de pompage diesel est de l'ordre de 10 000 FF par kW de puissance effective de pompage.

3.4.2. Pompes électriques sur réseau

Ce mode de motorisation est le plus courant à proximité des grandes villes à la fois parce qu'il est moins cher à l'installation (4 000 FF par kW) et parce qu'il est nettement plus simple à gérer. C'est la raison pour laquelle ce mode d'exhaure devrait se banaliser à l'avenir en milieu rural, avec le développement des réseaux électriques (par exemple dans la vallée du fleuve Sénégal, voir Estienne - 1997).

3.4.3. Générateurs photovoltaïques (énergie solaire)

Ce type d'installation peut être concurrentiel par rapport à l'énergie fossile pour les très petites puissances (moins de 1 kW) et dans les zones où l'approvisionnement en gasoil est difficile, coûteux ou aléatoire. Il a donc parfaitement sa place pour l'approvisionnement en eau des dispensaires ou de petits villages isolés. Par contre, les charges d'investissement très élevées (100 000 FF par kW) ne permettent de l'utiliser pour de l'AEP urbaine. Les charges de renouvellement constituent également un obstacle redoutable, car elles entraînent des dépenses très élevées, d'autant plus difficile à couvrir qu'elles sont imprévisibles et qu'elles succèdent à de longues périodes où les charges d'entretien ont été limitées.

3.4.4. Eoliennes de pompage

La ressource éolienne est un peu aléatoire, ce qui conduit à surdimensionner les équipements (moyens de pompage et de stockage) ou à les coupler à un système thermique. C'est un mode d'exhaure concurrentiel seulement dans les zones à bon gisement éolien (vents stables et de vitesse pas trop forte) comme le montre le succès du projet ALIZES conduit par le GRET dans le Sud-Ouest mauritanien (Gay - 1994, Carlier - 1995a)

	Charges (en FF) d'investissement	Puissance fournie (kW)	Investissement FF par kW utile
Pompe à motricité humaine	8 000	0,2	40 000
Eolienne (3 mètres)	25 000	0,4	62 500
Génératrice photovoltaïque (solaire)	210 000	1,4	150 000
Génératrice à essence + pompe immergée	20 000	1	20 000
Génératrice diesel + pompe immergée	60 000	5	12 000
Pompe immergée raccordée au réseau	20 000	5	4 000

Tableau 36 : Coûts unitaires des investissements en matériel d'exhaure (en FF par kW de puissance utile) pour divers types d'équipement (d'après Gay - 1994 et Collignon - 1998)

3.5. Le traitement de l'eau

Les eaux superficielles ne sont pas naturellement potables (au contraire de la grande majorité des eaux souterraines, de bonne qualité bactériologique). Leur utilisation nécessite donc de recourir à des techniques de traitement, dont les coûts d'investissements sont à étudier au cas par cas. Les coûts sont cependant toujours importants et supérieurs aux coûts de production d'eau brute.

3.5.1. La filtration rapide

Cette technique est mise en œuvre essentiellement pour le traitement des eaux de surface ou pour la déferrisation de certaines eaux souterraines (comme pour les réseaux SCANWATER, au Cameroun, ou certains petits réseaux de la SBEE, au Bénin).

Il s'agit d'une technique relativement sophistiquée, qui entraîne des coûts d'investissement important (de l'ordre de 3 à 10 fois le coût de l'équipement d'exhaure à énergie fossile).

3.5.2. La filtration lente sur sable

- Cette technique est mise en œuvre essentiellement pour le traitement des eaux de surface. C'est une technologie réputée « appropriée », parce qu'elle exige moins d'équipements mécaniques que la filtration rapide, mais il ne faudrait pas en déduire qu'il s'agit d'un petit investissement. La filtration lente sur sable nécessite d'énormes investissements en génie civil et elle est généralement plus coûteuse que la filtration rapide.

3.5.3. La chloration

La désinfection par chloration devrait être réalisée systématiquement en aval des traitements par filtration rapide ou lente. Elle peut également constituer une bonne sécurité pour les AEP alimentées par une ressource souterraine non filtrée, dans des régions où les eaux souterraines sont vulnérables (nappes alluviales, socle fissuré affleurant, roches calcaires,...).

La mise en place d'une filière chloration est cependant assez difficile et rares sont les petites villes africaines où une chloration régulière est actuellement assurée (il n'y a même pas de chloration dans une ville de 600 000 habitants comme Nouakchott).

Les installations de chloration nécessitent peu d'investissements initiaux, de l'ordre de quelques milliers de francs français pour les installations les plus sommaires à quelques dizaines de milliers de francs français pour les réseaux importants (il s'agit de dispositifs de chloration proportionnelle à partir de pompes doseuses). Le coût total de la chloration (investissement + fonctionnement) est alors d'une dizaine de centimes de francs français au m³ d'eau traité.

Signalons enfin qu'une réflexion a été lancée il y a quelques années à l'instigation de PS-Eau, pour la conception de dispositifs de chloration adaptés aux tout petits centres (200 à 1000 habitants). Dans ce cadre l'INSA de Toulouse a conçu un dispositif testé dans quelques petits centres en Afrique et avec lequel le coût de la chloration (investissement et charges récurrentes) varierait de 0,18 à 0,44 FF/m³ (Grondin - 1996).

3.6. Les adductions d'eau (du captage au réservoir)

Ce type d'investissement se prête particulièrement bien à une modélisation parce que les charges ne dépendent pratiquement que de trois paramètres physiques simples : la HMT, le débit à refouler et la longueur à parcourir.

Deux autres facteurs moins prédictibles auront cependant une influence déterminante sur le coût des investissements :

- le choix des matériaux (fonte, PVC ou polyéthylène) qui constitue un facteur de coût très important (voir au paragraphe 3.8 ci-dessous) ;
- la politique de répartition des charges entre l'investissement immédiat et les charges récurrentes :
 - ⇒ soit le maître d'ouvrage peut surdimensionner les conduites (et donc les investissements), pour limiter les pertes de charge et donc les futures charges d'exploitation (pompage) ;
 - ⇒ soit le maître d'ouvrage peut réduire la section des conduites (et donc les investissements) en reportant sur l'exploitant les charges de pompage supplémentaires que cela induira.

3.7. Le stockage de l'eau

Le volume de stockage (en valeur absolue et en proportion de la consommation journalière) qui sera choisi par le maître d'ouvrage, dépend de nombreux paramètres :

- Le mode de gestion de la production : pompage en continu (facile à organiser si l'énergie est fournie par le réseau électrique) ou temporaire (à partir d'un moteur diesel pour une pompe à axe vertical ou un groupe électrogène) ;
- La continuité ou non du service de distribution ;
- La volonté de garantir une mise en pression permanente du réseau.

Les réservoirs peuvent être construits au sol ou semi-enterré (ce qui induit souvent un allongement des conduites de refoulement et de distribution). Les châteaux d'eau sont plus chers à l'investissement, et surtout leur réalisation nécessite des compétences techniques supplémentaires. Ils peuvent être réalisés en béton armé (dont la durée de vie peut dépasser 50 ans) ou en matériaux plus légers (acier ou polyester/fibre de verre), mais moins durables (10 à 20 ans).

Les charges d'investissement pour les réservoirs au sol et en béton armé sont généralement de l'ordre de 800 à 1 500 FF par m³. Ce coût unitaire est multiplié par deux ou trois lorsqu'il s'agit d'un château d'eau.

L'augmentation du volume de stockage est un facteur de qualité du service, ce qui justifie d'y consacrer une part assez importante des investissements (couramment 10 à 20 %). Cependant, la capacité de stockage peut généralement être augmentée progressivement, pour accompagner l'accroissement des besoins et d'exigence de qualité de service, par la construction de réservoirs supplémentaires. Il s'agit alors d'un investissement différé et il n'y a guère d'intérêt à surdimensionner le volume de stockage initial. Ce n'est pas le cas des réseaux de distribution, dont une part importante du coût est liée au terrassement et à la pose des conduites, qui ne dépend que partiellement du diamètre utilisé. Pour ces réseaux, on conseille donc en général de réaliser le dimensionnement sur la base de la demande solvable prévisible à l'horizon 20 ou 30 ans.

3.8. Le réseau de distribution

Le coût des réseaux de distribution se prête moins bien à la modélisation que celui des adductions d'eau, parce que le design du réseau pourra fortement varier en fonction des options retenues par le maître d'ouvrage, ainsi que de la configuration du terrain : topographie, urbanisation, nature du sol et du revêtement des rues, etc.

Globalement, les prix unitaires (prix au mètre linéaire de réseau d'un diamètre donné) augmentent avec la taille du réseau, parce que celle-ci impose une sophistication croissante pour limiter la fréquence des fuites et les inconvénients qu'elles causent (complexité du maillage, nombre de vannes de sectionnement, profondeur d'enfouissement des conduites,...). Par ailleurs, comme pour les adductions, le choix des matériaux (fonte, PVC ou polyéthylène) constitue un facteur de coût très important (voir Tableau 37 ci-dessous).

Diamètre (mm)	PE (PN 12,5)	PVC (PN 16 et 10)	Acier galvanisé	Fonte
40	42	20	60	-
50	66	35	100	-
63 / 60	104	55		75
75 / 80	145	76	100	95
90 / 100	210	71	320	120
125	375	135		150

Tableau 37 : Coûts de fourniture de canalisations en différents types de matériaux (en FF par mètre)

Les terrassements représentent une part importante des investissements sur le réseau de distribution, mais, au contraire des conduites elles-mêmes, ces coûts dépendent assez peu du diamètre des canalisations utilisées (ce qui justifie la pratique courante qui consiste à dimensionner le réseau à un horizon relativement éloigné).

Diamètre	Fourniture		Pose		Terrassement		Total
63	21	35%	10	17%	30	50%	61
90	40	50%	11	14%	30	37%	81
110	67	60%	15	13%	30	27%	112

Tableau 38 : Répartition des coûts unitaire (en FF/m linéaire) pour la fourniture, la pose et le terrassement des canalisations en PVC (Projet STWSP - Ouganda)

3.9. Les branchements individuels

L'installation de branchements représente un coût important, d'autant plus qu'il est préférable de les équiper de compteurs (matériel cher - 150 à 200 FF suivant la précision - et fragile, dont la pose est souvent différée comme ce fut longtemps le cas en Grande-Bretagne).

Avec la mise en place de branchements individuels, la gestion du relevé des compteurs et la facturation des consommations nécessite rapidement un système informatique dont le coût croît rapidement avec le nombre d'abonnés.

3.10. Les bornes-fontaines

Les bornes-fontaines assurent une très large part de la distribution d'eau et leur design n'est donc pas sans conséquences sur la qualité du service de l'eau et la satisfaction des usagers. En particulier, on peut associer aux bornes-fontaines des aménagements annexes (douche, lavoir, potence...) qui élargissent le service offert, mais augmentent très considérablement l'investissement. D'un autre côté, on construit souvent, autour de la borne, un petit local (kiosque de vente), grâce auquel le gérant peut tenir un commerce de détail (cela permet de viabiliser l'activité de vente de l'eau dans les quartiers où la demande est trop faible).

L'investissement dans les bornes-fontaines dépend donc étroitement de leur design et donc de la politique de distribution adoptée par l'exploitant. Il est vain de chercher à définir, a priori, le coût " universel " d'une borne fontaine.

Type de BF	Pays	Coût unitaire
Borne minimale	Rwanda-Tanzanie	500
Borne avec dalle et muret ¹	Sénégal	2 000
Borne à micro réservoir	Rwanda	2 500
Kiosque vente d'eau	Haïti	15 000
Kiosque et réservoir 12 m ³	Haïti	30 000

Tableau 39 : Coût de divers modèles de bornes-fontaines (FF)

3.11. Les infrastructures « administratives »

Pour exploiter un système de distribution d'eau urbain, il faut réaliser de nombreuses tâches à caractère administratif ou politique : vente de l'eau, facturation, paye du personnel, comptabilité, assemblées générales... Il peut être également nécessaire de stocker du matériel et d'éventuels produits de traitement. Cela implique quelques moyens matériels (local, mobilier, matériel de bureau, matériel informatique) dont le coût est parfois « oublié » dans les budgets des programmes de construction de nouveaux réseaux.

Le coût de ces infrastructures doit être analysé au cas par cas, en fonction de la politique de gestion adoptée (gestion déléguée, affermage, comité de l'eau bénévole,...). On ne peut donc pas définir un investissement moyen « par millier de m³ / jour ». Il faut simplement garder à l'esprit que la complexité des tâches de gestion (et donc les moyens nécessaires pour les assurer) dépend :

- De la taille du réseau (car la gestion des fuites et des pressions devient complexe quand le réseau s'étend)
- Du mode de distribution (à volume d'eau distribué égal, il est plus facile de gérer 10 bornes-fontaines que 200 branchements à domicile)
- Du mode de facturation (en particulier, la gestion d'un parc de compteurs pose des problèmes techniques complexes).

3.12. Les facteurs de coût « non techniques »

En plus des facteurs techniques évoqués ci-dessus, il existe un certain nombre d'autres facteurs (administratifs, juridiques, politiques,...) qui vont avoir une influence sur le coût des travaux.

3.12.1. L'efficacité des procédures d'appel d'offres

Dans le domaine des travaux publics, les prestations offertes sont tellement variées qu'il est difficile de comparer les offres faites par diverses entreprises différentes, utilisant des techniques de chantier différentes. Des prix très variables peuvent ainsi être facturés par les entreprises pour des chantiers apparemment comparables (voir Tableau 40 ci-dessous).

Prix min US \$	Prix max US \$	Variabilité
-------------------	-------------------	-------------

Terrassement, fourniture et pose conduites

1 - Fouilles			
terrain tendre (manuel)	4,7	18,2	292%
revêtement béton	4,0	4,4	10%
2 - Remblaiement			
lit de sable	26,2	70,0	168%
tout venant tamisé	2,0	15,0	650%
3 - PVC pression SCH40			
4"	11,5	15,0	30%
2"	4,2	7,1	68%
4 - Acier galvanisé			
1"1/2	13,0	16,0	23%
Kiosque de vente d'eau	2 012	4 510	124%
Réservoir de 12 m3 en polyester	2 353	3 000	28%

Tableau 40 : Variabilité des prix unitaires selon les offres

Dans ce tableau, on constate que la variabilité des prix unitaires est très forte entre divers marchés publics récents, pourtant passés dans la même ville (Port-au-Prince, Haïti), par le même client (CAMEP / GRET) et dans le même contexte (réseaux dans les quartiers populaires).

Pour obtenir des offres satisfaisantes, le maître d'ouvrage a toujours intérêt à procéder à un appel d'offre, qui permet de stimuler la concurrence entre les entreprises. Il doit faire particulièrement attention à :

- Mettre en concurrence des entreprises crédibles (qui possèdent l'équipement et le personnel nécessaire). Dans le cas fréquent d'un appel d'offres restreint, il est alors recommandé de procéder à une présélection, en demandant à toutes les entreprises de présenter leurs références dans tel ou tel domaine
- Mettre en concurrence des entreprises réellement concurrentes (par exemple, des entreprises trop jeunes ou subventionnées peuvent obtenir le marché en cassant les prix, mais les travaux ne seront pas de bonne qualité)
- Définir très précisément le cahier des charges (il s'agit là d'un travail spécialisé que le maître d'ouvrage peut confier à un bureau d'études)
- Donner aux entreprises le temps d'étudier soigneusement le terrain
- Assurer la transparence du dépouillement (par exemple sous la forme d'une commission mixte où siègent le maître d'ouvrage, des représentants des bénéficiaires, les services techniques de l'Etat, les entreprises...).

3.12.2. Le statut fiscal des marchés

Les droits et taxes sont très variables selon que l'opérateur est public ou privé et ainsi exonéré de droits de douane, d'impôts directs, de patente,... De plus, la législation sur les exonérations est complexe et l'administration fiscale versatile. Par exemple, de nombreux marchés publics

ont dû être fortement révisés à la hausse en 1998 au Tchad, suite à une modification des règles d'exonération des projets.

3.12.3. La politique de change

Dans la « zone franc », la monnaie (le Franc CFA, directement indexé sur le cours du Franc français), bénéficie d'un ancrage solide (avec quand même une dévaluation de 50 % en 1994). Cela garantit une grande stabilité des prix tout au long des chantiers d'adduction d'eau (dont la durée dépasse souvent deux ans).

Il n'en est pas de même dans les pays où la devise n'est pas solidement ancrée à une devise internationale stable. Les prix peuvent alors évoluer de plusieurs dizaines de pour cent au cours des chantiers, entraînant d'ailleurs faillites et litiges entre le maître d'ouvrage et les entreprises. Face à ce risque, les entreprises ont tendance à se couvrir par des marges importantes, qui faussent les comparaisons avec d'autres pays où la monnaie est plus stable.

3.13. Contribution en nature des futurs usagers

Les contributions en nature (travail, matériaux) sont encore une pratique courante, particulièrement dans le cadre des projets d'ONG. L'intérêt économique de cette pratique est cependant très limité, voire négatif. Outre que les contributions en nature ne constituent pas une mesure de la demande solvable (elles mesurent plutôt la puissance des autorités coutumières ou administratives), l'expérience prouve que ce type de contribution est souvent difficile à mobiliser en milieu urbain et qu'il se combine assez mal avec le travail des entreprises (irrégularité de la participation, qualité du travail fourni,...). Ce type de contribution doit alors être appuyé par des campagnes d'animation et d'encadrement qui entraînent des charges assez considérables.

3.14. Quelques données de synthèse

Le Sénégal est le cas le plus intéressant, parce que c'est dans ce pays que le nombre le plus important de petites adductions ont été construites (plus de 800 à l'heure actuelle) et qu'une direction de l'hydraulique dynamique suit l'ensemble de ces dossiers. On voit sur le ci-dessous que les charges d'investissement pour un réseau moyen varient assez peu d'une région à l'autre : 300 000 à 600 000 FF par réseau (tout compris, du forage aux bornes-fontaines). Rapporté à la population desservie (évaluée à 1,5 millions de personnes), cela représenterait 300 FF d'investissement par habitant.

	Dagana	Podor	Matam	Bakel	Région Fleuve	Tout Sénégal
Stations motorisées	4	66	45	44	159	719
Investissement total (M F CFA)	124	2376	2147	1494	6141	45000
Investissement par réseau	31	36	48	34	39	63

Tableau 41 : Investissement total (en millions de F CFA) et par système motorisé (diesel ou solaire) dans quelques régions du Sénégal (Thiaw et Dagassan - 1994).

4. LES CHARGES DE RENOUVELLEMENT

4.1. Qui paye quoi ?

Le renouvellement des matériels et infrastructures représente une dépense importante. Il est important de bien définir les responsabilités des différents intervenants pour le renouvellement de chaque type d'équipement.

Dans la plupart des pays africains, l'Etat s'est engagé auprès des usagers à assurer le renouvellement des infrastructures de génie civil (réseau, captage, réservoirs). En effet, les sommes engagées sont trop importantes et l'horizon de ces dépenses est trop lointain pour être pris en compte par les communautés. Ces dépenses seront alors financées au travers de l'impôt ou d'une taxe sur l'eau distribuée en ville (comme le pratique la SODECI, en Côte d'Ivoire, en collectant une redevance pour le financement des systèmes d'approvisionnement en milieu rural).

En revanche, le matériel d'exhaure constitue typiquement un renouvellement à charge des usagers et dont les charges seront donc à intégrer dans le coût de l'eau à partir duquel seront établis les tarifs.

Les charges de renouvellement dépendent de la qualité de l'exécution des travaux et du soin apporté à la maintenance, mais aussi des options techniques. Il sera donc important que le maître d'ouvrage (ou son délégataire) prenne en compte ces charges de renouvellement et leur périodicité lors du choix des équipements d'exhaure.

	Fonctionnement	Maintenance	Renouvellement pompes	Renouvellement Réseau et GC	Extension	Investissement
Usagers	Oui	Oui	Souhaitable	Non	possible	
Collectiv. Locales			utile	possible	possible	
Intercommunalité				possible	possible	possible
Etat						souhaitable
Bailleurs Internationaux						effectif (mais pas souhaitable)

Tableau 42 : Quelques propositions de base sur la répartition des charges entre les principaux acteurs du secteur hydraulique (Collignon - 1994b)

4.2. Emprunt, amortissement ou provisions pour renouvellement ?

Le renouvellement d'un matériel représente une dépense ponctuelle et importante en comparaison des dépenses de fonctionnement du système. Il sera donc nécessaire pour les gestionnaires de réseau, de lisser cette dépense exceptionnelle dans le temps, en constituant des provisions (avant la dépense) et/ou en recourant à des emprunts bancaires ou à des amortissements comptables (après la dépense).

La constitution de provisions est souvent difficile car elle impose d'immobiliser une trésorerie qui peut devenir importante. Elle suscite alors des convoitises (autant des d'individus que des collectivités locales ou de l'Etat) ou des incompréhensions des usagers (Taisne - 1997).

Le recours à l'emprunt est souvent difficile pour des petits gestionnaires (PME ou Association d'usagers). Il faut en outre couvrir les charges financières qui ne sont pas négligeables. Elles atteignent couramment 15 à 20 % par an auprès des banques commerciales et même avec les prêts bonifiés accordés par certains organismes comme la BNDA au Mali se font à des taux compris entre 8 et 12 % par an.

4.3. La durée de vie du matériel et les amortissements

Que l'on fasse des amortissements comptables, que l'on rembourse un emprunt ou constitue des provisions pour le renouvellement, le paramètre le plus intéressant pour calculer les annuités est l'espérance de vie du matériel, c'est-à-dire sa durée de vie probable s'il est utilisé normalement. Cette durée de vie varie évidemment avec le type d'équipement, allant de quelques années (pour les pompes) jusqu'à plusieurs dizaines d'années, pour les ouvrages en béton armé.

Ce genre de prévision n'a évidemment qu'une valeur statistique et ne prétend pas annoncer à l'exploitant la date de remplacement de chacun de ses équipements (un moteur mal entretenu peut casser après un seul mois d'utilisation). En revanche, il est tout à fait fiable dès qu'il s'applique à un grand nombre de systèmes.

Exemple 1 : Sénégal. Dans le cadre de l'Action Pilote Matam, la durée de vie des pompes (pour l'essentiel des pompes à axe vertical) a été estimée également à 6 ans (9 remplacements effectués dans l'année pour 56 pompes en service). Pour plus de détails voir (Taisne - 1997). Pour les moteurs diesel, la durée de vie est souvent estimée en nombre d'heures de fonctionnement (en général 10 000 heures, mais certains moteurs peuvent être poussés à 15 000 heures moyennant un bon entretien et avec une grosse révision à mi-parcours). Les chiffres cités par les services de la DEM et concernant le Sénégal sont en parfaite cohérence avec ces valeurs : un moteur « tient » 6 années à raison de 5 à 6 heures de pompage par jour, soit 12 000 heures, sachant que chaque moteur subit en moyenne au bout de 3 ans cette grosse réparation intermédiaire.

Exemple 2 : Mauritanie. Dans le Tableau 43 ci-après (Collignon pour SATEC - 1998), on trouvera une évaluation de l'espérance de vie et des amortissements moyens à appliquer pour chaque type d'installation hydraulique pour l'ensemble des systèmes d'approvisionnement en milieu rural en Mauritanie (petits centres et hydraulique villageoise).

Matériel (1 FF = 30 ougiyas)	Valeur ougiyas	Durée de vie années	Amortissement ougiyas/an
Moteurs et générateurs			
Diesel 10 à 20 kVA	1 500 000	6	250 000
Solaire 1,5 kWc			
panneaux	5 000 000	20	250 000
onduleur	600 000	6	100 000
Eolienne (sans la pompe)	600 000	10	60 000
Aérogénérateur	2 500 000	6	416 667
Pompes			
Electropompe immergée 2 à 4 kW	600 000	6	100 000
Pompes à axe vertical	3 000 000	10	300 000
Electropompe solaire 1,2 kW	200 000	6	33 333
Pompe éolienne 0,5 kW	200 000	10	20 000
Pompes à motricité humaine	330 000	6	55 000
Captages			
Puits 25 m	2 250 000	40	56 250
Forage 60 m	3 000 000	30	100 000
Réservoirs			
Béton 20 à 50 m ³	4 000 000	30	133 333
Acier 15 à 25 m ³	2 500 000	15	166 667
Résine 15 m ³	1 200 000	10	120 000
Adductions et réseaux de distribution primaires et secondaires			
Station de pompage	800 000	30	26 667
Adduct/Primaire 90/125 mm(1km)	3 000 000	30	100 000
Secondaire 40-75 mm (1 km)	1 500 000	20	75 000
Bornes-fontaines	150 000	15	10 000
Branchements particuliers	15 000	10	1 500

Tableau 43 : Evaluation de l'espérance de vie et des amortissements moyens à appliquer pour chaque type d'installation hydraulique pour l'ensemble des systèmes d'approvisionnement en milieu rural en Mauritanie (petits centres et hydraulique villageoise)

4.4. Les charges de renouvellement

Les charges de renouvellement pour un ouvrage isolé ne peuvent être prévues exactement car les pannes sont par essence imprévisibles. Par contre, à partir des montants unitaires de provisions pour renouvellement (ou d'amortissement), on peut faire une estimation fiable des charges de renouvellement à prévoir chaque année pour l'ensemble d'un grand parc d'ouvrages, tenant compte de l'âge de chacun des ouvrages.

C'est ce que nous avons fait pour l'ensemble des ouvrages ruraux en Mauritanie : 2400 points d'eau (puits, forages, bornes-fontaines) produisant 13 millions de m³ par an (Collignon pour SATEC - 1998). Le résultat de ces calculs apparaît dans la ci-dessous.

Il montre que les charges de renouvellement seront relativement stables jusqu'en 2010, aux alentours de 200 millions d'ouguiyas par an (7 millions de FF), soit environ 15 ouguiyas (0,5 FF) par m³ produit. Elles vont croître rapidement à partir de 2010, quand devront être remplacés les nombreux forages et réseaux installés durant la DIEPA. Elles devraient alors dépasser le milliard d'ouguiyas par an, soit plus de 80 ouguiyas par m³ produit (2,7 FF). Le prix de vente de l'eau devra donc être très sensiblement augmenté s'il doit couvrir ces charges, en plus des charges de fonctionnement (il est actuellement de l'ordre de 3 FF par m³).

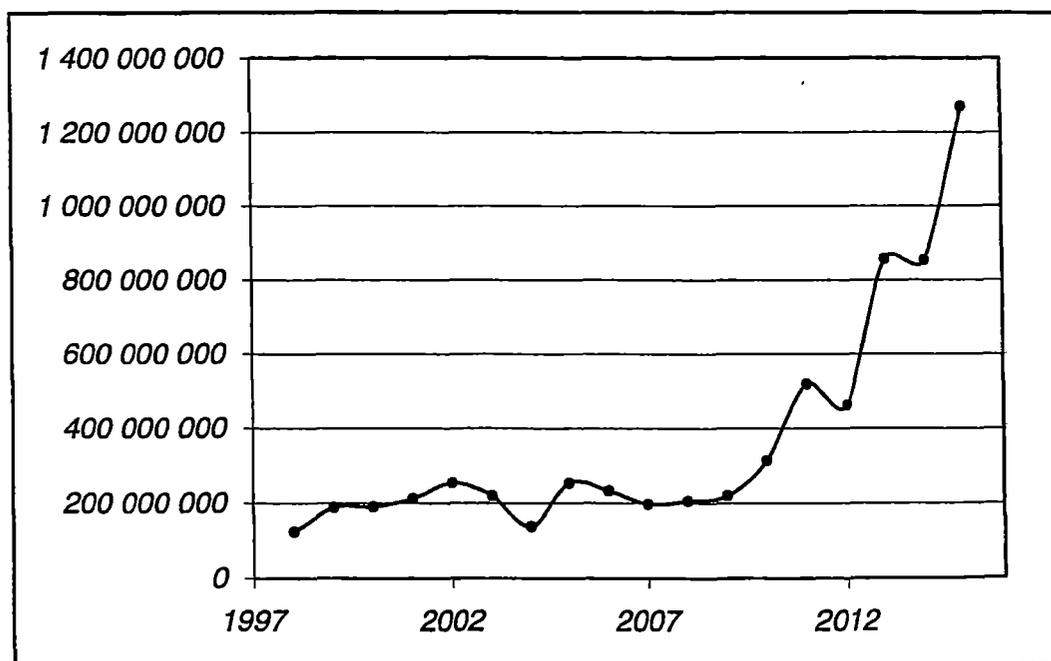


Figure 13 : Charges de renouvellement de l'ensemble des systèmes ruraux de Mauritanie

5. LES CHARGES RÉCURRENTES

5.1. Décomposition du coût de l'eau

Nous avons procédé il y a quelques années (Collignon - 1994b) à une décomposition du coût de l'eau en un certain nombre d'éléments, bien identifiables pour les gestionnaires locaux d'un système d'approvisionnement en eau (voir ci-dessous). Il ne s'agit donc pas d'utiliser les rubriques d'un quelconque plan comptable, mais celles qui sont les mieux appropriées au pilotage de l'exploitation par des associations locales, représentant les usagers.

RUBRIQUES		Charges		Périodicité des dépenses	Poids moyen en %	La contrainte	
		Variables	Fixes			vue par l'expert	vue par les usagers
FONCTIONNEMENT							
Main d'oeuvre	plombeur / gardien		F	mois	5 à 10	Indispensable	Indispensable
	fontainier / surveillant		F	mois	2 à 10	utile	utile
	gestionnaire		F	trimestre	2 à 5	utile	utile
Energie, consommables	carburant	V		semaine	0 à 20	Indispensable	Indispensable
	abonnement électricité		F	2 mois		Indispensable	Indispensable
	consommation électricité	V		2 mois	0 à 20	Indispensable	Indispensable
	lubrifiants	V		mois	0 à 3	Indispensable	utile
	javelisant	V		semaine	0 à 2	utile	utile
Frais de gestion	paperterie		F	année	0 à 2	utile	utile
	local		F	trimestre	0 à 2	Inutile	utile
MAINTENANCE							
Main d'oeuvre	plombeur		F	mois	5 à 10	nécessaire	utile
	mécanicien		F	semaine	0 à 3	nécessaire	utile
	comité de régie		F	année	0 à 3	nécessaire	nécessaire
	collecteurs		F	année	5 à 20	nécessaire	utile
Contrat avec un prestataire spécialisé			F	année	0 à 30	nécessaire	Inutile
Pièces moteur	entretien	V		mois	0 à 2	Indispensable	utile
	réparation	V		semaine	0 à 20	Indispensable	Indispensable
Réparations réseau	plomberie	V	F	mois	1 à 5	Indispensable	nécessaire
	conduites	V	F	année	1 à 4	nécessaire	utile
	génie civil	V	F	année	1 à 2	nécessaire	utile
Frais administratifs	expert comptable		F	année		utile	Inutile
	mutuelle, fédération,...						
	déplacements	V		mois	1 à 2	Indispensable	nécessaires
PROVISION POUR LE RENOUELEMENT DES EQUIPEMENTS							
Provision	moteur	V		5 ans	0 à 20	nécessaire	utile
	générateur solaire	V	F	5 ans	0 à 50	Indispensable	utile
	pompe	V		10 ans	0 à 16	nécessaire	utile
	conduites	V	F	30 ans	5 à 20	utile	Inutile
	génie civil	V	F	30 ans	1 à 10	utile	Inutile
FRAIS FINANCIERS							
Gestion banque			F	année			
Intérêts emprunts			F	trimestre			
Pertes sur dépôts (dévaluations, érosion monétaire,...			F	aléatoires			

Tableau 44 : Caractéristiques des charges récurrentes pour la distribution d'eau par bornes-fontaines

5.2. Charges fixes et charges proportionnelles (variables)

On distingue classiquement des charges fixes, indépendantes de la consommation (personnel, abonnement à l'électricité, etc.) et des charges variables avec la quantité d'eau consommée (carburant, consommation d'électricité, usure des pompes, produits de javellisation, etc.). Cette distinction a été traduite sur le tableau des divers postes de dépense, page précédente (Tableau 44).

Examinons quelques conséquences du poids relatif de ces diverses charges pour l'équilibre financier des structures de gestion :

a) Si le réseau est surdimensionné, (s'il est par exemple calculé sur la base de 30 ou 40 l/jour/habitant), les charges fixes seront fortes, et il faudra les répartir sur un volume d'eau vendu plus faible que prévu. Le coût de l'eau risque d'être prohibitif pour les familles pauvres et de réduire encore la quantité d'eau vendue (une situation qui peut devenir critique comme à Kyniami, au Rwanda, où le taux de couverture des charges d'une adduction avec pompage n'a jamais dépassé quelques dizaines de pour cent (Taisne - 1994).

b) Faut-il installer des branchements particuliers dans les centres secondaires ? Pourquoi pas, mais seulement si le surcoût que cela entraîne (et particulièrement le renforcement indispensable du réseau) est entièrement couvert par ce que paient les usagers «branchés».

c) La pose de compteurs d'eau sur les raccordements privés permet de limiter très efficacement le gaspillage et ainsi de réduire le dimensionnement des réseaux. On réduit ainsi la part des charges fixes, mais on augmente les charges d'exploitation (relevé des compteurs, facturation, etc.).

5.3. Le prix « d'équilibre » que peut pratiquer un exploitant varie fortement avec la consommation

Nous avons vu au chapitre 2 (pages 122 et suivantes) que le prix de l'eau dépendait fortement du type de service acheté par l'utilisateur (branchement domiciliaire, achat à la borne-fontaine, livraison à domicile,...). La ménagère africaine réalise un arbitrage constant entre les différentes dépenses domestiques, parmi lesquelles l'achat d'eau potable. Ainsi qu'il a été démontré dans la première partie, elle pourra donc juger comme tout à fait acceptable un prix donné (par exemple 10 FCFA par bassine de 20 litres) si la borne-fontaine est suffisamment proche de son domicile, mais trop cher s'il s'agit d'une pompe manuelle ou d'une borne-fontaine éloignée. La demande en eau « solvable » est extrêmement élastique, c'est-à-dire qu'elle varie fortement en fonction des offres concurrentes de service moins coûteuses mais plus contraignantes.

Le prix de l'eau qui permettra à un exploitant de rentrer dans ses fonds dépend fortement de la consommation, et donc de la demande solvable. Le coût de revient de l'eau comportant des charges fixes (indépendantes du volume) et des charges variables, il augmente en raison inverse de la consommation, c'est-à-dire de la quantité d'eau que l'exploitant du réseau vend.

La Figure 14 ci-dessous est tirée d'un exemple numérique pour un réseau alimentant un petit centre au Sénégal (pour plus de détails, voir Valfrey - 1996).

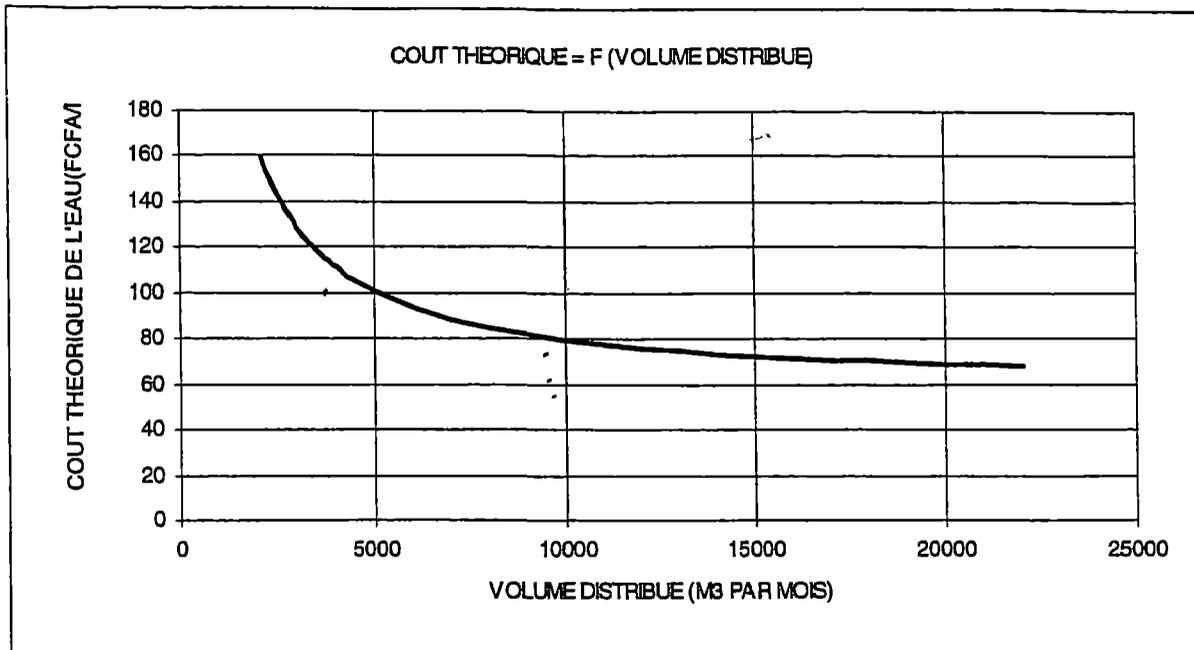


Figure 14 : Exemple de variation du coût unitaire de l'eau en fonction de la consommation

Cette forme de la courbe coût de l'eau / consommation montre bien que si la consommation payante est trop faible, le coût de revient par m³ est excessif et peut dépasser le niveau « politiquement acceptable » par la communauté.

Cette question prend toute son importance lors de la conception des systèmes, et notamment du dimensionnement du réseau. Il est important de considérer au moins deux hypothèses sur les niveaux de consommation probables, afin d'être sûr que l'on se situera dans la partie de la courbe où une variation importante de la consommation entraînera une variation limitée du prix de l'eau. Cette précaution permet à l'exploitant de disposer d'une marge de manœuvre relativement importante, et notamment de ne pas se retrouver en cessation de paiement (ou dans l'impossibilité d'engager de grosses dépenses pour la maintenance et le renouvellement) lorsque la consommation vient à baisser.

5.4. A quelle échéance devra-t-on payer ?

La périodicité à laquelle les charges doivent être payées est un élément tout à fait déterminant de leur recouvrement effectif par les comités de gestion. Le Tableau 44 du paragraphe 5.1 détaille la périodicité typique de diverses composantes du coût de l'eau.

Par exemple, les charges de carburant doivent être payées très régulièrement, faute de quoi la distribution d'eau s'arrête rapidement. Les usagers sont bien conscients de l'absolue nécessité de payer ces charges et on constate effectivement que les comités de l'eau arrivent en général à les recouvrer.

En revanche, le renouvellement du génie civil n'intervient que tous les 30 à 50 ans. Même si les provisions ne sont pas constituées, le service est quand même assuré pendant plusieurs

décennies. Les usagers ne perçoivent pas facilement la nécessité de ces provisions et on constate effectivement qu'il n'existe pratiquement aucun comité de l'eau qui constitue régulièrement les provisions nécessaires pour renouveler le génie civil.

Les documents de projet prévoient souvent la constitution de telles provisions pour renouvellement. Et par la suite, les évaluateurs se désolent systématiquement de ce que ces provisions n'aient pas été réellement effectuées. Cela ne devrait pourtant pas les étonner :

- c'est une observation pratiquement universelle (quelle est la commune française qui constitue des provisions pour renouveler ses infrastructures lourdes ?) ;
- constituer des provisions pour des durées de 10 à 30 ans est très dangereux dans des pays où les banques font parfois faillite, et où les taux d'intérêts réels sont négatifs, quand ce n'est pas la dévaluation qui frappe l'épargne des plus démunis ;
- on ne peut guère attendre de populations dont le système de production économique est en péril qu'elles épargnent pour la génération suivante.

Le pompage photovoltaïque (solaire)

La gestion des installations de pompage par énergie solaire illustre très bien l'importance du facteur «périodicité des charges». Ces systèmes entraînent peu de charges d'entretien, qui sont pourtant celles que les comités de l'eau recouvrent le plus facilement. Ils n'incitent donc guère les comités de gestion à s'organiser, puisque l'eau coule pendant plusieurs années, même en l'absence de paiement de l'eau. Par contre, ces systèmes entraînent de fortes charges de renouvellement à moyen terme (onduleur, panneaux) pour lesquelles il faudrait constituer de fortes provisions. Celles-ci sont d'autant plus difficiles à réunir que les usagers se sont habitués à une eau pratiquement «gratuite».

5.5. L'énergie

Le coût de l'énergie constitue le principal poste de dépense pour les petits réseaux d'AEP en milieu rural, et ce poste est d'autant plus sensible qu'il est incompressible, alors que les autres charges peuvent être minimisées plus ou moins longtemps, généralement aux détriments de la qualité du service (entretien minimum, emploi d'un personnel peu qualifié car sous payé ou - bénévoles, réparations avec du matériel de fortune,....).

Dans les tout petits centres, l'essentiel de la gestion financière des comités de l'eau se résume ainsi à collecter par tous les moyens possibles, les fonds nécessaires à l'achat du prochain fût de gasoil.

Le coût de l'énergie de pompage peut être prévu assez précisément parce qu'il répond à des lois physiques simples. Dans le cas le plus général (un moteur diesel de 15 à 50 kW, une pompe centrifuge avec un rendement de 60 %), on pourra utiliser les formules suivantes pour évaluer la consommation de gasoil :

- *Consommation de gasoil. = 0,2 l/h x puissance produite par le moteur (en kW)*
- *Puissance utilisée par la pompe = 0,6 x puissance produite par le moteur*
- *Puissance utilisée (en kW) = 9,8 x débit (en m³/s) x HMT (en m)*

⇒ **Consommation de gasoil (en l/h) = 0,0033 x débit (en l/s) x HMT (en m)**

Exemple numérique :

Soit une pompe débitant 8 litres/s (soit 28,8 m³/h) avec une HMT d'environ 90 mètres. Au bout d'une heure, elle aura consommé 2,38 litres de gasoil pour remonter 28,8 m³. Au prix de 3,5 FF par litre, cela représenterait une charge de 0,29 FF par m³ pompé.

Pour une pompe électrique, on peut procéder de la même manière :

⇒ **Consommation électrique (en kWh) = 0,005 x débit (en m³/h) x HMT (en m)**

Mais la réalité est toujours rétive et refuse de se plier aux lois simples. Outre les paramètres techniques prédictibles (HMT, rendement de la pompe, prix national du gasoil), les dépenses d'énergie dépend aussi fortement :

- du bon dimensionnement du moteur (un groupe électrogène surdimensionné par rapport à la puissance de la pompe aura toujours un mauvais rendement) ;
- du bon entretien du moteur (la consommation des groupes diesel dépend de l'état de la pompe à injection et des injecteurs), et du bon état du refoulement (pas de perte de charge parasites lié à des vannes, poches d'air,...) ;
- de l'honnêteté du pompiste et du gérant : les vols de gasoil sont assez fréquents (une évaluation récente dans une petite ville de Guinée Bissau laissait apparaître une consommation de 1,5 litres par kW et par heure, ce qui signifie vraisemblablement que plus de 80 % du gasoil y est détourné (HYDRO CONSEIL - 1995).

5.6. Le petit entretien du matériel d'exhaure

On entend par là les entretiens courants, qui peuvent être confiés à un motoriste local (arrêt et démarrage, contrôle de niveaux, vidange, changement de filtres, remplissage du carnet, alerte en cas de problème....).

Le coût de ce service correspond pour l'essentiel, dans la plupart des petits centres, à la charge d'un poste de travail à temps complet, quelle que soit la puissance de l'installation et même si elle ne fonctionne que quelques heures par jour, soit en général une masse salariale de 200 à 400 FF/mois.

- A cette charge de personnel, il faut ajouter le coût des lubrifiants et des filtres, dont la charge est équivalente à 10 % du coût du carburant.

5.7. Le gros entretien et les réparations du matériel d'exhaure

Le gros entretien constitue l'une des principales charges récurrentes pour les systèmes à énergie fossile, et cette charge n'est pas négligeable pour les stations de pompage solaire car leur maintenance exige la mobilisation d'entreprises très spécialisées.

Cette charge est difficile à évaluer à partir d'une expérience isolée, car elle est très irrégulière (en fonction des pannes de la pompe) et que les comptes des exploitants permettent rarement de reconstituer toute l'histoire de la maintenance d'un système de distribution d'eau. De plus, le gros entretien n'est pas toujours pris en charge par les exploitants eux-mêmes, car il est souvent assuré par des organismes publics qui ne facturent pas l'ensemble de leurs coûts

(comme la DEM au Sénégal et la DH en Mauritanie). Elle échappe alors à l'analyse économique.

Pour évaluer les charges de maintenance réelles, il est donc indispensable de faire porter l'analyse sur un grand nombre de stations de pompage, pour lesquelles on dispose de données cumulées. Nous en donnerons trois exemples :

- **Au Sénégal**, le budget de la DEM lui a permis d'assurer une maintenance correcte de l'ensemble du parc des stations de pompage motorisées jusqu'à la fin des années 1980 ; il s'élevait alors à 388 millions de F CFA pour 430 stations, soit en moyenne 22 000 FF par station et par an (soit environ 1 FF par m³ distribué, avec des HMT de l'ordre de 100 mètres)⁷⁰ ;
- **Au Mali**, le compte d'exploitation d'un artisan réparateur qui assure la maintenance de 120 de groupes de pompage d'irrigation de 8 à 20 kW dans la région de Tombouctou permet d'évaluer les charges de maintenance à 0,04 FF par m³, pour une HMT moyenne de 4 mètres (voir Tableau 46 page suivante) ;
- **En Mauritanie**, la filière maintenance dans le cadre du programme régional solaire est bien connue parce que l'ensemble de la maintenance des stations de pompage a été confié à une seule entreprise privée ; le coût de cette filière est d'environ 0,5 FF/m³ pompé, avec des HMT de l'ordre de 60 mètres (voir Tableau 47 page suivante).

On notera sur ces trois exemples que les charges de gros entretien semblent obéir à une loi simple, qui mériterait d'être validée sur d'autres exemples (voir Tableau 45 ci-dessous) :

- ⇒ pour remonter 1 m³ sur une hauteur de 1 mètre ,
- ⇒ les charges sont de l'ordre de 0,01 FF/m³.m.

	HMT m	Charges unitaires FF/m ³	Charges spécifiques FF/m ³ .m
Sénégal	100	1	0,010
Mali	4	0,04	0,010
Mauritanie	60	0,5	0,008

Tableau 45 : Fonctions de coût du gros entretien des groupes de pompage

⁷⁰ Voir (Thiaw et Dagassan - 1994) et (Valfrey - 1994)

Le coût de la maintenance d'un groupe motorisé d'irrigation dans la région de Tombouctou (d'après HYDRO CONSEIL, 1996a) établi à partir du compte d'exploitation d'un réparateur qui suit 120 GMP

Poste	Entretiens courants			Révision		
	type A	type B	type C	Annuelle	5 000 heures	
Filtre gasoil			37,5	37,5		
Filtre huile			67,5	67,5		
Pièces diverses			300	825		
Lubrifiants	15	180	260	180		
Déplacements			130	130	500	
Main d'œuvre			170	425	1 360	
Atelier					1 000	
Pièces 5000 h					15 000	
Total	15	180	965	1 665	17 860	
Fréquences (heures)	75	150	300	900	5 000	
Nombre par campagne	6	3	2	1	0,18	
					Total	
Coût par campagne	90	540	1930	1665	3214,8	7 440
Coût unitaire (FF/m ³)	0,0005	0,0027	0,0097	0,0083	0,0161	0,0372

Tableau 46 : Coût de la maintenance d'un groupe motorisé d'irrigation au Mali

Le coût de la maintenance assuré par une entreprise agréée dans le cadre du programme PRS en Mauritanie (d'après GAY, 1994)

Composante	Coût total filière FF/an	Coût par station pour			Coût par m ³ pour		
		30 stat.	40 stat.	50 stat.	30 stat.	40 stat.	50 stat.
Amort.matériel entreprise	11 304	377	283	226	0,03	0,03	0,02
Fonctionnement entreprise	39 130	1 304	978	783	0,12	0,09	0,07
Déplacements sur sites	31 304	1 043	783	626	0,09	0,07	0,06
Personnel entreprise	43 304	1 443	1 083	866	0,13	0,10	0,08
Frais de siège	10 435	348	261	209	0,03	0,02	0,02
Impôts	6 522	217	163	130	0,02	0,01	0,01
Frais de suivi extérieur	21 739	725	543	435	0,07	0,05	0,04
Charges diverses	32 610	1 087	815	652	0,10	0,07	0,06
Total	196 348	6 545	4 909	3 927	0,59	0,45	0,36

Tableau 47 : Exemple du coût de la maintenance assurée par une entreprise agréée

5.8. L'entretien et la réparation du réseau, la lutte contre les fuites

Nous ne disposons pas de données significatives sur les charges d'entretien des réseaux de distribution d'eau. La seule chose que l'on puisse affirmer, c'est que les exploitants, dans les petits centres comme dans les grandes métropoles, investissent très peu de moyens dans la lutte contre les fuites. Le même phénomène a d'ailleurs longtemps eu cours en Europe, où les taux de pertes dépassent couramment 30 % (l'Agence de Bassin Loire-Bretagne les évaluait à 60 % en 1978 (Erhard-Cassegrain et Margat - 1983).

Pourtant, les fuites induisent des charges importantes lorsque l'exhaure est le principal poste de dépense (ce qui est le cas pour les petits réseaux en Afrique). La lutte contre les fuites nous semble donc représenter un enjeu économique plus important en Afrique qu'en Europe et le fait qu'elle soit généralement négligée est d'autant plus étonnant que le coût des réparations y est plus faible qu'en Europe (réparations « bricolées », peu de frais de réparation de chaussées, un personnel mal payé,...).

Les branchements particuliers (prise en charge, canalisation, vanne, compteur...) constituent une cause importante des fuites. Ainsi, à Matam (Sénégal), la Sénégalaise des Eaux qui vient de reprendre le service a réparé en 1997 environ 200 fuites sur un parc de 658 branchements (il faut dire que l'amélioration des rendements de réseau est désormais une priorité de la SDE et un objectif pour ses chefs d'escale).

5.9. La gestion globale du service

La gestion du service entraîne de nombreuses charges récurrentes difficiles à modéliser, car elles sont intimement liées aux choix qui ont été faits quant au mode d'exploitation, lesquels choix dépendent plus de critères politiques ou sociaux que de critères techniques. Parmi ces charges, les plus importantes sont :

- Le relevé des compteurs, la facturation, la collecte des redevances et la poursuite des mauvais payeurs
- La vente de l'eau à la bassine
- La gestion du personnel (embauches, formations, contrôle, licenciements,...)
- La gestion financière (provisions, trésorerie,...)
- La maîtrise d'ouvrage des nouveaux travaux
- Le soutien à la vie démocratique des structures représentatives des usagers (assemblée générale, élections, présentation et vote du budget,...)
- L'animation et l'information des usagers

	m ³ /jour	FF/an	FF/m ³
Allzés			
Collecte par cotisation + mutuelle	13	1321	0,28
Vente par fontainier (payé à 4 000 um/mois)	13	2087	0,44
Vente par fontainier (payé à 8 000 um/mois)	13	4174	0,88
Collecte type Keur Macène	30	13043	1,19
PRS			
Sites semi-urbains	53	17391	0,90
Sites ruraux	21	2422	0,32
Sites ruraux	24	1043	0,12

Tableau 48 : Le coût de la collecte de l'argent dans les Programmes Alizés (éoliennes) et PRS (solaire) en Mauritanie (d'après Gay-1994)

On néglige parfois ces charges, alors qu'elles représentent une part très importante du budget des exploitants. Par exemple, la simple collecte des redevances peut coûter plus de 1 FF par m³ (voir les données concernant la Mauritanie figurant dans le Tableau 48 ci avant).

Le montant des simples dépenses administratives (quittanciers, matériel de bureau, frais de réunion,...) est déjà non négligeable. Pour la régie associative de Kinyami (Rwanda), il représentait 28% de son budget (Taisne - 1994).

Quant à la vente de l'eau à l'unité (à la bassine), son coût peut dépasser 5 FF par m³ (comme à Dakar) et elle représente très couramment deux tiers du prix de vente de l'eau pratiqué aux bornes-fontaines.

	Yaounde	Dakar	Bobo Dioulasso	Kayes	Port au Prince
Prix d'achat de l'eau	3,13	2,40	1,65	0,92	1,7
Prix de vente	10	8	2,5	3,50	5,1
Part de la vente	68%	70%	33 %	74%	67%

Tableau 49 : Coût de la gestion de la vente au détail (Frs CFA)

5.10. Les droits et taxes

Des droits ou des taxes sont parfois instaurés par les Etats ou les collectivités locales et destinées à alimenter le budget national ou local ou à constituer un fonds de renouvellement spécifique aux réseaux de distribution d'eau potable. Exemples :

- Taxe sur la valeur ajoutée au Cameroun : 8,8% sur le prix du m³ (soit 24 à 30 CFA/m³) et 18,7% sur les abonnements (150 CFA/mois)
- Taxes municipales en Mauritanie : 5 ouguiyas par m³
- Redevance INGRH au Cap Vert : 5 CVE par m³

5.11. Les facteurs de coût « non techniques »

Ils sont fort nombreux et, par définition, oubliés dans les analyses économiques classiques. Nous n'avons pas la prétention d'en faire un inventaire exhaustif, mais seulement d'en citer quelques-uns, pour montrer toute l'attention qu'il faut porter aux faits réels avant de calculer un « coût de revient » si l'on veut éviter que ce travail ne soit un exercice de style :

- Les taxes auquel sera soumis l'exploitant seront variables selon que cet opérateur est public ou privé, et qu'il bénéficie en conséquence d'exonération de droits de douane, de TVA,... Les taxes municipales sont également très variables d'une commune à l'autre ;
- Les impayés de l'administration constituent un autre facteur important de l'équilibre financier des exploitations. Dans certaines villes du Sahel (par exemple, à Sélibaby, en Mauritanie), les administrations et les élus consomment une part importante de l'eau distribuée, sans que leurs factures soient honorées par leur Ministère de tutelle

(Koita - 1997). Ce manque à gagner est vraisemblablement compensé par une augmentation des tarifs de vente aux autres abonnés ;

- Les charges de transport (notamment du gasoil) sont directement liées à l'isolement des sites et rendent délicate l'application d'un tarif national unique par des exploitants privés ;
- Les pénuries chroniques de certains produits (dont les carburants) et les ruptures d'approvisionnement (en pièces, énergie,...) obligent les exploitants à constituer des stocks importants qui entraînent inévitablement des charges financières. Ce type de contrainte sera moins sensible dans les grandes villes ;
- Comme cela a été souligné pour les investissements, la politique de change peut influencer les coûts car les exploitants (privés, communautaires ou collectivités locales) doivent constituer des provisions pour le renouvellement et les entretiens sans réellement maîtriser le coût du crédit ou de l'épargne à long terme.

5.12. Charges unitaires dans les quartiers populaires non lotis des grandes villes

Il existe peu de données spécifiques aux quartiers populaires non lotis (bidonvilles, quartiers interstitiels, habitat des bas-fonds, des zones périphériques, etc.). En effet, ces quartiers sont généralement desservis par les grandes entreprises de distribution d'eau et il n'est pas simple d'isoler les coûts de l'alimentation en eau spécifiques à ces quartiers, dans des comptabilités consolidées sur de grands périmètres (et pas toujours accessibles).

Le cas de Port-au-Prince (en Haïti) est de ce point de vue exceptionnel, puisque l'approvisionnement en eau potable des quartiers non lotis y a été entièrement concédé à des associations de quartier (les Comités de l'eau), qui tiennent une comptabilité indépendante et très détaillée, dans le cadre d'un programme conduit par le GRET, financé par la CFD et le FED, et dont HYDRO CONSEIL assure l'assistance technique. Grâce à cette rigueur, on dispose d'une analyse fiable du bilan financier de ces gestionnaires des points d'eau collectifs de la capitale haïtienne (voir Tableau 50) et de la répartition des dépenses selon les principaux postes, illustrée par la Figure 15 (voir page suivante).

HAÏTI - Approvisionnement en eau des quartiers populaires (programme GRET / HYDRO CONSEIL / CAMEP)

Bilan financier de chacun des 8 comités de l'eau en activité en FF (11/95 à 11/97)

Part des principaux postes de dépense, en pourcentage et en FF par m³ vendu au détail (à la bassine)

Comité	Montjolly	Desprez	Baillergeat	Etem Nord	Etem Sud	Soïno	Drouillard	Ti Chéri	Total	% recettes	par m ³
Recettes	124 576	24 640	63 240	86 693	86 749	65 238	5 212	19 753	476 102	100%	5,30
Factures CAMEP	38 039	8 749	22 669	31 079	28 056	18 487	2 033	6 686	155 797	33%	1,73
Salaires vendeuses	14 391	5 524	14 920	16 100	14 435	9 594	1 333	2 766	79 062	17%	0,88
Rémunération comité	9 173	2 004	4 536	4 000	3 527	4 083	934	987	29 244	6%	0,33
Entretien et réparations	1 277	1 378	1 034	4 519	8 547	917	525	1 424	19 622	4%	0,22
Transport du comité	1 247	1 258	520	1 583	1 757	594	127	345	7 431	2%	0,08
Administration	975	167	33	903	875	472	0	63	3 488	1%	0,04
Frais Divers	1 711	424	1 042	1 926	2 663	174	57	42	8 038	2%	0,09
Total des dépenses	66 813	19 504	44 754	60 110	59 859	34 322	5 009	12 313	302 684	64%	3,37
% des recettes	54%	79%	71%	69%	69%	53%	96%	62%	64%		
Marge avant provisions	57 763	5 137	18 486	26 583	26 891	30 916	203	7 440	173 418	36%	1,93
Provisions (20 % recettes)	24 915	4 928	12 648	17 339	17 350	13 048	1 042	3 951	95 220	20%	1,06
Marge nette	32 848	209	5 838	9 244	9 541	17 868	-840	3 490	78 198	16%	0,87
% des recettes	26%	1%	9%	11%	11%	27%	-16%	18%	16%		

Tableau 50 : Bilan financier des comités d'eau de Port au Prince (Haïti)

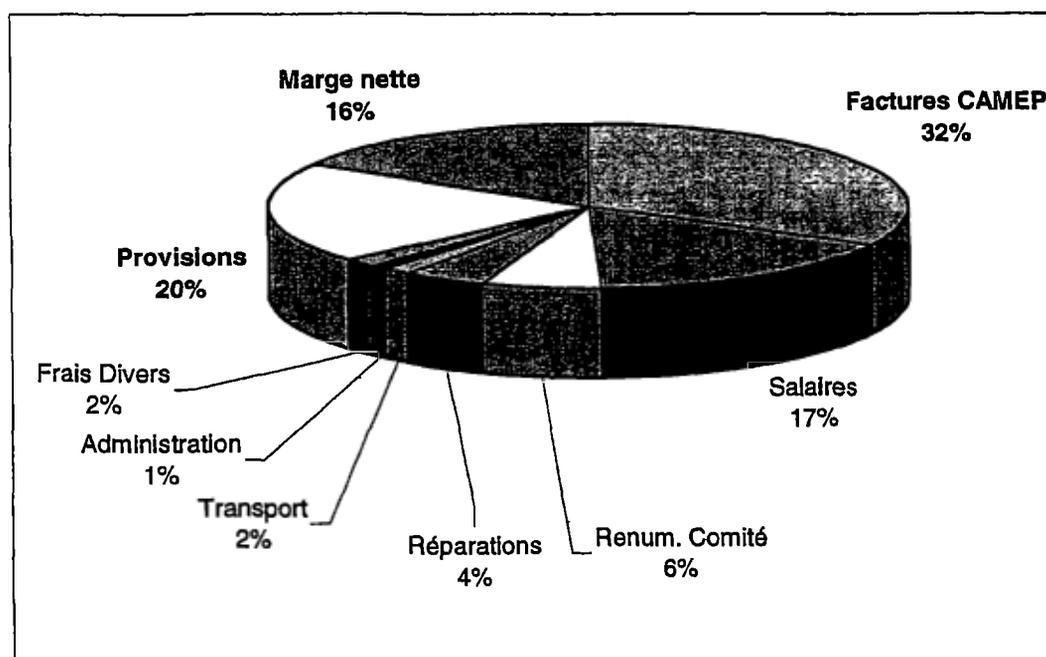


Figure 15 : Répartition des principaux postes de dépense de la gestion des bornes-fontaines par les comités d'eau à Port au Prince (Haïti)

5.13. Coûts unitaires dans les petits centres

Pour de petites adductions « classiques » (un forage, un réservoir, un réseau de distribution et quelques bornes-fontaines), de nombreuses évaluations de projet aboutissent à des fourchettes de l'ordre de 1,5 à 3 FF/m³ (voir par exemple le compte d'exploitation du réseau de Sinthiane, au Sénégal, Tableau 51 ci-dessous).

Il est évident que ces prix peuvent augmenter considérablement avec la complexité des techniques utilisées (par exemple mise en place d'une station de traitement des eaux de surface ou distribution par des branchements individuels).

I) Charges fixes, quel que soit le volume pompé.		
Provision pour renouvellement exhaure :	①	154 784
Provision pour entretien exhaure	②	15556
Provision pour entretien du réseau	③	194 443
Salaire du conducteur de forage	④	140 000
Frais divers du comité	⑤	46 667
Total des charges fixes	① = ①+②+ ③ +④+⑤	551 450
II) Charges variables, augmentant avec le volume pompé.		
Consommation électrique : ⑥ = Index compteur SENELEC fin de période - index début	⑥	1 941 kW
Facture Sénélec : ② = ⑥ X 127,48 (taux exact)	②	247 448
Charges totales	③ = ①+②	798 898
IV) Imprévus : 10% : = (solde frais divers)		84 143
V) Montant total des dépenses	⑤ = ④+ ⑤	883 041
Volume distribué durant la période (somme des consommations aux points d'eau)		6 061 m ³
Prix du m ³ vendu	⑤ / ⑥	145,7 CFA/m ³

Tableau 51 : Calcul du prix de l'eau pour l'adduction d'eau inter villageoise de Sinthiane (Sénégal) sur la période du 06/02/96 au 17/04/96 (soit 2,33 mois)

On trouvera dans le Tableau 52 de la page suivante quelques exemples de calculs du coût de l'eau pour divers systèmes de distribution d'eau. Ils n'ont pas du tout la prétention d'être représentatifs de tout ce qui existe. Ces exemples sont donnés pour illustrer notre réflexion et il faut bien se garder d'en tirer des généralisations hâtives quant au coût de divers modes de distribution d'eau. Ils se fondent sur les cas d'étude suivants :

1. Sénégal - Kaolack (Rochette - 1994) : adduction par pompage dans un forage profond; distribution vers plusieurs villages ; structuration forte en comités par village, par adduction et par zone , avec un fort appui d'une ONG (CARITAS).
2. Sénégal - Agnam (Alda - 1994) : adduction par pompage à partir d'un forage équipé d'une électropompe immergée et d'un générateur ; bornes fontaines ; régie des usagers organisée à l'échelle de l'adduction et employant son propre personnel d'entretien.

		SENEGAL Kaolack	SENEGAL Agnam	SENEGAL Sinthiane	MALI Komodindé	MALI Yélimané	MAURITANIE Atzéa	BENIN Guénié	RWANDA Gravitaire	RWANDA Turbine
Fonctionnement		35%	28%	28%	28%	37%	23%	42%	27%	19%
Personnel	Pompiste et gardien	3 080		7 200				1 200		6 400
	Fontainier / Surveillant							1 200	1 600	3 200
	Gestionnaire							80	800	3 200
	Collecteurs						1 304	720	1 600	20 000
	Comité de Régie	1 058						180		
Ensemble du personnel					5 280	29 184				
Energie, Consommables	Carburant	5 435	60 000		13 200	11 520		1 620		
	Abonnement électricité									
	Consommation électricité			12 744						
	Lubrifiants Javelisant	1 120	6 000	1 200				418		
Frais administratifs	Papeterie							300		
	Local									
	Déplacements Total des frais administratifs			6 640	648					
Maintenance		23%	7%	15%	8%	9%	48%	5%	27%	34%
Main d'œuvre	Plombier		3 600	3 605					1 600	3 200
	Pompiste / mécanicien	1 190	3 600				800			
Pièces moteur ou pompe	Entretien courant	270		803						3 333
	Réparations	815	4 320		2 400	6 144	504			40 000
Réparations de réseau	Plomberie	1 830	2 160	10 012	2 400	3 840			1 547	5 600
	Conduites	1 780	2 160					300	278	3 962
	Génie Civil	710					130	84	533	2 442
Frais administratifs	Expert comptable							1 322		
	Mutuelle, Fédération Déplacements	680		773	500			240		
Provisions pour renouvellement		42%	66%	59%	63%	29%	29%	54%	46%	47%
Provisions	Moteur	4 820			10 000			4 800		3 200
	Pompe	410	48 750	7 973	8 333	8 333	870	1 680		28 889
	Conduites	7 162	71 000	48 000	16 000	16 000		720	3 300	32 547
	Génie civil	510	36 535	5 000	7 500	7 500	783	144	3 520	16 115
Frais financiers		0%	0%	0%	0%	24%	0%	0%	0%	0%
Frais	Bancaires									
	Remboursement emprunt					26 112				
	Intérêts sur emprunt									
	Pertes sur dépôts									
TOTAL ANNUEL (FF)		30 648	238 125	102 950	66 261	108 633	5 713	13 864	14 778	172 088
Volume d'eau distribué (m3/an)		33 945	216 000	31 215	13 500	10 212	4 760	10 800	8 760	31 500
Coût par m3	Avec provisions	0,90	1,10	3,30	4,91	10,64	1,20	1,27	1,69	5,48
	Sans provisions	0,52	0,38	1,34	1,81	7,52	0,85	0,59	0,91	2,90
Nombre de personnes desservies		9 300	14 795	6 109	1 156	1 749	652	2 959	2 400	4 315
Charges annuelles pour une personne (FF/an)										
Dotation quotidienne (F)		10	40	14	32	16	20	10	10	20
Avec provisions (FF)		3,30	16,10	16,85	57,33	62,12	6,76	4,62	6,16	39,88
Sans provisions (FF)		1,91	5,53	6,87	21,13	43,92	6,23	2,14	3,32	21,17

Tableau 52 : Charges récurrentes de quelques adductions (en FF)⁷¹

3. Sénégal - Sinthiane (Estienne - 1997) adduction par pompage à partir d'un forage équipé d'une électro-pompe immergée raccordée au réseau ; bornes fontaines ; régie des usagers organisée à l'échelle de l'adduction et employant son propre personnel d'entretien.
4. Mali - Komodindé (Valfrey - 1997) : adduction par pompage à partir d'un forage équipé d'une électro-pompe immergée et d'un générateur ; bornes fontaines ; régie des usagers organisée à l'échelle de l'adduction et employant son propre personnel d'entretien.

71 Commentaires :

- On parle ici de provisions pour renouvellement, car il s'agit d'une opération relativement claire aux yeux des usagers, alors que la notion d'amortissement est un terme technique comptable, plutôt utilisé dans le cas du compte d'exploitation d'une entreprise
- Le cas de Yélimané est particulier, puisque le Comité ne fait pas de provisions, mais rembourse un emprunt suite à l'achat d'un nouveau moteur. De plus, le prix de l'eau, excessif, correspond à une volonté de créer des emplois de fontainiers qui ne se justifient pas vraiment
- A Sinthiane, seul le coût de renouvellement de la pompe est actuellement provisionné.

5. Mali - Yélimané (Valfrey - 1997) : adduction par pompage à partir d'un forage équipé d'une électro-pompe immergée et d'un générateur ; bornes fontaines ; régie des usagers organisée à l'échelle de l'adduction et employant un personnel surabondant (politique de création d'emplois).
6. Mauritanie - ALIZE (Gay - 1994) : puits équipé d'une éolienne de pompage, sans réseau de distribution ; comité de gestion par puits + fédération des comités ; entretien par une petite entreprise locale.
7. Bénin (Litrico - 1994) : adduction par pompage dans un puits ; distribution vers 12 bornes-réservoirs distribuées selon une maille serrée dans un centre secondaire de 3 500 habitants ; structuré en comité de gestion avec appui AFVP.
8. Rwanda (Collignon - 1990 et Ferry - 1992) : adduction gravitaire à partir d'une source en région de montagne ; régie des usagers organisée à l'échelle de la commune, soit 4 adductions à gérer.
9. Rwanda (Collignon - 1990 et Ferry - 1992) : adduction par pompage (turbine et pompe volumétrique) à partir d'une source en région de montagne ; régie des usagers organisée à l'échelle de la commune, soit 4 adductions à gérer.

De cette comparaison, il ressort que :

- (i) Dans 6 cas sur 9, la charge annuelle de l'eau distribuée par les petits réseaux décentralisés semble assez basse, même en y incluant des provisions pour renouvellement : 3 à 16 FF par habitant et par an, soit 0,2 à 1 % du revenu moyen en milieu rural. Ce ratio est comparable à celui que l'on consacre à l'eau potable dans les pays industrialisés (0,5 à 1 %).
- (ii) Trois systèmes d'alimentation en eau potable sont nettement plus coûteux
 - une adduction par pompage au Rwanda, qui fait appel à une technologie sophistiquée (turbine et pompe refoulante avec 450 m de HMT !!) ;
 - l'adduction de Komodindé, surdimensionnée par rapport à la population desservie (on voit ici les conséquences d'un surdimensionnement : les provisions sont très fortes) ;
 - l'adduction de Yélimané, surdimensionnée et mobilisant un personnel pléthorique.
- (iii) A l'exception de ces trois systèmes, mal dimensionnés, le coût du m³ d'eau se situe généralement entre 1 et 3 FF/m³. Ces coûts sont inférieurs à ceux auxquels est produite l'eau dans les grands systèmes urbains d'Afrique (de 2 à 5 FF/m³). Ce n'est pas mystérieux : il s'agit de systèmes de distribution simplifiés, assurant un service minimal (pas de branchements particuliers) et reposant en partie sur le bénévolat (les membres du comité de gestion sont mal rétribués).
- (iv) Les provisions pour renouvellement constituent environ la moitié des charges (30 à 65%). Leur poids financier ne semble pas insupportable pour les usagers dans la plupart des cas. Mais nous avons vu ci-dessus qu'il était généralement difficile de les constituer, pour des raisons socio-politiques (dynamique des associations locales) et financières (manque de fiabilité des systèmes bancaires).

5.14. Quelques points de comparaison

Les coûts unitaires que l'on vient de passer en revue sont-ils exceptionnels et spécifiques aux petits centres des pays africains ou aux bidonvilles des capitales du Tiers Monde ?

Il est permis d'en douter. A titre de comparaison, on rappellera que la décomposition des coûts du service de l'eau en Europe est du même type que, dans les petits centres en Afrique, soit approximativement un tiers pour la production et le transport, deux tiers pour le stockage et la distribution (voir Tableau 53 ci-dessous).

Production d'eau potable	
à partir des eaux de surface	7%
à partir des eaux souterraines :	5%
Adduction	16%
Stockage et distribution	37%
Evacuation des eaux usées	32%
Traitement des eaux usées	9%

Tableau 53 : Les principales composantes du coût du service de l'eau en France (Erhard-Cassegrain et Margat - 1983)

6. CONCLUSIONS

6.1. De la difficulté d'une modélisation utilisant un nombre trop réduit de paramètres

Les coûts de production et de distribution de l'eau potable intègrent de très nombreux paramètres.

Il est difficile de prendre en compte l'ensemble de ces paramètres dans un modèle simple, applicable à des pays et des systèmes de distribution variés car :

- Les composantes du coût de l'eau varieront fortement selon les options techniques ;
- Le calcul des amortissements ou des provisions pour renouvellement dépend étroitement de la politique nationale en ce domaine, qui peut prévoir ou non la prise en charge de tout ou partie de ce renouvellement et en reporter la charge éventuelle sur le budget de l'Etat ;
- Certains paramètres se prêtent mal à une analyse économique, alors qu'ils ont un rôle déterminant dans l'équilibre financier des exploitants (achat de gasoil de contrebande, obligation de fournir de l'eau à l'administration, même si elle ne paie pas, surcoûts entraînés par les ruptures d'approvisionnement,...).

Dans ces conditions, une modélisation « ex ante » du coût de l'eau, avant la mise en service d'un système de distribution d'eau, est extrêmement difficile.

6.2. De la difficulté à évaluer certains paramètres

Non seulement le nombre de paramètres à prendre en compte pour évaluer les coûts de production et de distribution est très élevé, mais certains de ces paramètres sont difficiles à évaluer précisément, surtout avant la réalisation des projets :

- Les charges d'investissement (et de renouvellement) dépendent beaucoup du résultat des procédures d'appel d'offres, qui réservent toujours beaucoup de surprises ; en général, on considère comme " normaux " des écarts inférieurs à 20 % entre diverses offres pour la même prestation, ce qui démontre que les prix unitaires ne peuvent être définis à moins de 20 % près ;
- Les charges financières (pour le remboursement des emprunts) dépendront de la politique de l'Etat à l'égard du secteur hydraulique ; par exemple, en Mauritanie, l'Etat a choisi il y a quelques années de rétrocéder en monnaie nationale (ouguiya) à

la SONELEC les emprunts qu'il a passé lui-même sur le marché international, en devises ; compte tenu de la dévaluation de l'ouguiya, cela revient à subventionner sur le budget de l'Etat plus de la moitié des charges financières ;

- Le prix des matériaux, du combustible, des pièces détachées,... dépend très fortement de l'offre sur le marché local et donc de la sécurité des approvisionnements ; que survienne un conflit (comme au Zaïre, en Sierra Leone, au Liberia, etc.), un embargo (comme au Burundi), un grave problème de sécurité (comme au Tchad) et le prix de certains intrants peut doubler en quelques semaines ; la grande volatilité des prix en Afrique fait de la modélisation des coûts unitaires un exercice aussi difficile que les prévisions météorologiques.

6.3. Le « coût de l'eau » est un concept intéressant

Bien qu'il soit difficile de modéliser d'une manière universelle le coût de l'eau, ce concept est d'un grand intérêt sur le plan économique (pour inciter les exploitants à améliorer leurs performances) et sur le plan pédagogique (pour sensibiliser les maîtres d'ouvrages aux conséquences de leurs choix techniques). Sa modélisation revêt donc un grand intérêt pour les services techniques ou les bureaux d'études appelés à travailler dans ce secteur.

Faute d'une modélisation détaillée « ex ante », il est quand même possible de tenter une modélisation à partir de certains paramètres globaux, qui intègrent des variables difficiles à analyser isolément. Exemples :

- Le coût des pièces détachées pour l'entretien d'un type de moteur ou de pompe peut être évalué à partir des flux d'importation de pièces enregistrées par le représentant officiel dans le pays ; ce type d'analyse (auquel nous nous sommes livrés en Guinée et Guinée Bissau) révèle généralement des charges nettement moins fortes que celles « prévues » dans les documents de projet ;
- Le coût de l'ensemble de la maintenance est parfois plus facile à évaluer en analysant le compte d'exploitation du réparateur régional qu'en faisant des estimations à partir des listes de pièces fournies par le producteur.

6.4. De la nécessité d'une analyse des comptes d'exploitation

Le calcul du coût de production et de distribution de l'eau potable n'est pas un exercice réservé aux planificateurs fous. C'est aussi un outil de travail pour les exploitants de systèmes d'AEP ou les collectivités locales.

Heureusement pour elles, de bonnes estimations du coût de l'eau sont accessibles sans utilisations de modèles prédictifs. Ce sont celles qui sont basées sur l'analyse critique des comptes d'exploitation des centres ou des quartiers comparables, où un système de distribution d'eau fonctionne depuis plusieurs années.

En effet, le compte d'exploitation intègre tous les paramètres de l'exploitation réelle, y compris ceux qui auraient pu échapper à l'analyse prévisionnelle, parce qu'ils ne sont pas classiques.

Mais cette analyse n'est pas toujours évidente :

- De nombreux exploitants privés rechignent à afficher leurs comptes détaillés (quand ils les tiennent) , de peur que l'on révisé à la baisse leurs tarifs ;
- La plupart des comités de gestion (villageois ou de quartier) ne tiennent aucune comptabilité rigoureuse ;
- Des éléments très importants du coût de l'eau (e. g. les amortissements) sont généralement absents des comptes d'exploitation présentés.

Il y a donc toujours un travail important à faire pour reconstituer un compte d'exploitation « réaliste », à partir des données comptables et en les recoupant avec d'autres sources d'information (les bordereaux d'achat de gasoil, les commandes de pièces enregistrées chez l'importateur, etc.).

De façon à permettre aux gestionnaires des systèmes d'approvisionnement en eau potable d'analyser leurs comptes d'exploitation en vue d'estimer le coût de l'eau ou de simuler l'effet de certaines décisions sur ce dernier, il nous a semblé utile de développer une application informatique susceptible de les aider dans cette tâche. Le développement de cet outil d'aide à la gestion fait l'objet de la partie suivante.

**Partie III. Logiciel d'aide à la gestion des
coûts**

1. LES OBJECTIFS DU SYSTEME

Le système informatique que l'on a développé dans le cadre de cette étude autorise la définition d'un réseau et de ses composantes afin d'en calculer les coûts de fonctionnement, de déterminer le coût moyen de production de l'eau et de le comparer avec le prix de vente moyen.

Un module de gestion de données est donc inclus afin d'y définir les réseaux.

D'autre part, un module de simulation permet de bâtir la formule de calcul des coûts et de l'appliquer sur un ensemble de réseaux.

Enfin, un gestionnaire de requête types a été installé : les requêtes développées par l'utilisateur peuvent y être ordonnées afin d'en faciliter l'accès (notamment pour un utilisateur ayant peu de connaissances informatiques).

Dans cette optique, trois aspects ont été soigneusement pris en compte lors du développement (par ordre croissant de difficulté) :

- un environnement utilisateur complet a été mis en place (menus et écrans enchaînés hiérarchiquement et logiquement). Les interfaces ne sont pas exclusivement dédiées à la gestion de données. L'aspect de gestion n'est, en effet, que l'un des trois objectifs de l'application (les deux autres sont la simulation et la gestion de requêtes-types),
- la fonction de calcul des coûts autorise le paramétrage par l'utilisateur et la prise en compte de tous les composants du réseau,
- les liens relationnels entre les localités et les réseaux font l'objet d'un traitement particulier. L'utilisateur est en mesure d'affecter indifféremment plusieurs réseaux à un même village ou plusieurs villages à un même réseau (ce type de lien, dit « n-n », n'existe pas directement dans Microsoft Access™).

De plus, le système mis en place :

- intègre les données administratives et s'adapte aisément à tout pays,
- gère des tables complémentaires (tables d'archives pour conserver un historique des différents calculs effectués, table « simulation réseau » pour regrouper des résultats de calcul sur un ensemble de réseaux).

2. LA BASE DE DONNEES

La base de données⁷² offre deux domaines d'utilisation principaux :

- informatif : une gestion relationnelle des données est rendue possible par le biais de différents formulaires complémentaires et dépendants. Le système suit les données principales relatives aux localités (classées par niveau administratif) et aux réseaux de distribution (conduites, réservoirs, bornes fontaines, points d'eau, pompes, personnels employés, volumes d'eaux produits et vendus),
- calcul des coûts : le coût réel de l'eau produite est calculé (fonctionnement + renouvellement), réseau par réseau ou au niveau d'un regroupement de réseaux. Il est alors possible de comparer ce coût aux prix de vente moyens.

Elle possède diverses fonctionnalités :

- interface utilisateur complète (boîtes à outils et menus déroulants « intelligents »),
- gestion des divisions administratives évoluée (tables de configuration du logiciel selon le pays),
- accès libre aux fonctions de calcul des coûts (choix libre des données à prendre en compte dans les calculs),
- structure de données élaborée (structure relationnelle complexe mais « transparente » à l'utilisation, enregistrements chronologiques des prix de vente et des coûts de production),
- module de gestion des interrogations et des impressions « types » entièrement paramétrable,
- module de simulation des fonctions de coût (afin d'obtenir des résultats regroupés sur un ensemble de réseaux avec diverses hypothèses de calcul).

3. LES FONCTIONNALITES PRINCIPALES

3.1. Calcul des coûts

La fonction de calcul des coûts est entièrement paramétrable. Tous les composants définissant un réseau peuvent être pris en compte (pour la maintenance comme pour le renouvellement).

⁷² Le terme "Base de données" est utilisé selon la terminologie ACCESS, c'est à dire, un système informatique complet qui comprend les données, les formulaires de saisie, les états imprimables et, également, le code développé pour assurer le fonctionnement du logiciel.

D'autre part, il est possible d'imposer de façon « manuelle » des montants pour la maintenance et le renouvellement pour chaque composant du réseau afin de passer outre ceux calculés automatiquement par le système.

Selon le type de composant, les procédures de calcul déterminent une valeur de maintenance (pourcentage du prix unitaire) et de renouvellement (prix unitaire divisé par la durée de vie). Si les valeurs ne conviennent pas, l'utilisateur peut les changer librement (par exemple, en estimant le renouvellement, non pas d'après le prix d'origine de l'infrastructure, mais d'après le prix de rachat estimé à la date de fin de vie).

Enfin, un champ « surcoût exceptionnel » peut être pris en compte pour chaque réseau.

3.2. Zone de regroupement

Il est possible de regrouper librement les réseaux et de lancer le calcul des coûts au niveau d'une zone.

Le mode de calcul est le même que pour un seul réseau, mais les données initiales et les résultats sont « agrégés » sur l'ensemble de la zone (coût de fonctionnement, de maintenance, de renouvellement, coût total et le prix de vente moyen).

Le regroupement peut s'effectuer par la combinaison de trois possibilités :

- en désignant chaque réseau individuellement,
- en sélectionnant les réseaux contenus dans une unité administrative,
- en ajoutant le résultat d'une requête « multicritère ».

3.3. Sauvegarde des résultats de calcul

Les différents coûts calculés sur un regroupement de réseaux peuvent être sauvegardés dans une table d'archive (l'utilisateur associe une date et un nom à chaque enregistrement de cette table). Il est alors possible de présenter des graphiques d'évolution des coûts pour chaque zone de regroupement.

3.4. Assistants divers

Des listes sont accessibles afin de diriger la gestion des données :

- la « liste des fonctions du personnel » permet de visualiser les modes de rémunération mensuels associés aux différentes catégories socioprofessionnelles ;
- les « liste des bornes fontaines », « liste des pompes », « liste des sources d'énergie », « liste des conduites » et « liste des réservoirs » présentent un catalogue des produits existants (avec prix unitaires et coûts de renouvellement et de maintenance). Les

informations contenues dans ces listes sont utilisées par défaut pour définir les coûts de fonctionnement des réseaux.

4. PRESENTATION DU LOGICIEL

Un écran d'accueil donne le choix entre les différents modules du système :

- « Interrogation » lancera le module de gestion des requêtes et des impressions « types » ;
- « Gestion » accède au module de gestion des données ;
- « Simulation » accède à la liste des zones de regroupement définies par l'utilisateur et gèrera les fonctions de coût.

4.1. Module « Interrogation »

Il permet de répondre automatiquement à des requêtes types sous la forme de listes ou d'états pré-imprimés.

Ce module gère une table d'associations où sont associés une catégorie et un descriptif à une requête (ou un état) Microsoft Access™, sauvegardée dans la base de données. Lorsque l'association est réalisée, il devient alors possible de lancer une requête ou un état en filtrant selon la catégorie puis en choisissant selon le descriptif.

Ainsi, même un utilisateur novice peut exécuter des requêtes et en retirer des informations sans pour autant s'investir dans l'apprentissage de Microsoft Access™.

Deux formulaires sont présents :

- le formulaire « Interrogation » lance les consultations d'après les associations définies dans le système ;
- le formulaire « Administrateur » assure la gestion des associations et autorise la définition de nouvelles requêtes (accès à la fenêtre « Création de requêtes » de Microsoft Access™).

4.2. Module « Gestion »

Quatre niveaux de gestion sont accessibles :

- **Niveau administratif.** Il assure la gestion des unités administratives (selon trois niveaux - ou divisions - administratifs). Les noms associés à chaque division (Province, Région, Préfecture, Département...) sont définis dans la table de configuration du système (Table « U_Pays_Config ») ;
- **Niveau localité.** Les données relatives aux localités (population, localisation, identification...) y sont définies ;
- **Niveau réseau.** Description complète des différents composants des réseaux (et choix des coûts unitaires de fonctionnement) ;
- **Niveau relationnel.** Les liens « n-n » entre les villages et les réseaux y sont gérés.

4.3. Module « Simulation »

Il gère les zones de regroupement (ou « secteurs »), caractérisées par un nom, une liste de réseaux et une hypothèse de calcul des coûts.

Un premier formulaire permet de choisir un secteur existant pour le modifier, l'effacer, lancer les calculs ou imprimer les résultats. De plus, ce formulaire autorise la création de nouveaux secteurs.

Le formulaire de définition d'un secteur donne accès à la liste des réseaux existants afin d'y sélectionner ceux à inclure (choix individuel, par unité administrative ou par requête). Les hypothèses de calcul y sont également définies.

A l'issue des calculs, un formulaire présente les résultats et propose leur sauvegarde dans la table datée des résultats (le graphique résultant d'évolution des coûts est visible).

4.4. Module « Configuration »

Afin d'adapter aisément la base de données à tous les pays, la table « U_Pays_Config » présente les options relatives à chacun d'eux (noms des unités administratives et monétaires) et les sauvegarde.

Le système actualise automatiquement ses formulaires et ses états avec les options propres au pays choisi.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE I (DEMANDE)

- Altaf A. et Hugues J.A. 1991 *Willingness to Pay for Improved Sanitation in Ouagadougou, Burkina Faso : A Contingent Valuation Study* ; Infrastructure and Urban Development Department ; Banque Mondiale
- Altaf, A. 1994. « Household Demand for Improved Water and Sanitation in a Large Secondary City : Findings from a Study in Gujranwala, Pakistan » ; In *Habitat International* ; Vol. 18 ; N°1 ; pp 45-55 ; Elsevier Science Ltd
- Ben Akiva, M., Lerman, S. – 1985 *Discrete Choice Analysis, Theory and Application to Travel Demand* ; MIT Press ; Cambridge, Mass.
- Bergstrom, J. et Stoll, J.. – 1986 “Structure, Conduct and Performance in Contingent Markets”. In *Vance Bibliographies*, Public Administration Series # 2935.
- Boyle, K. J., Bishop, R. and Welsh, M.. 1985. “Starting Point Bias in Contingent Valuation Bidding Games”. In *Land Economics*, No. 61, pp. 188-194.
- Boyle, K. J. et Bergstrom, J. C. 1992 “Benefit Transfer Studies: Myths, Pragmatism, and Idealism.” In *Water Resources Research*, Vol. 28, N°3, pp. 657-663
- Boyle, K. et Bishop R.. 1988. “Welfare Measurements Using Contingent Valuation : A Comparison Technique”. In *American Journal of Agricultural Economics*, No. 70, pp. 20-28.
- Briscoe, J. 1987. “The Use of Public Resources for Water Supply and Sanitation Projects in Developing Countries”. In *Aqua* No.3, 1987. pp. 137-143.
- Briscoe, J., de Ferranti, D. 1988. *Water for rural communities. Helping people help themselves*. Washington D.C., World Bank.
- Briscoe, J., de Castro, P. F., Griffin, F., North, C. and Olsen, J.. 1990. “Toward Equitable and Sustainable Rural Water Supplies : a Contingent Valuation Study in Brazil”. In *The World Bank Economic Review*, Vol.4 No.2, Oxford, England.
- Briscoe, J. 1992. “Poverty and Water Supply : How to Move Forward”. In *Finance & Development*, pp. 16-19.
- Briscoe, J. 1993. “When the Cup is Half Full: Improving Water and Sanitation Services in the Developing World”. In *Environment*, Vol 35 No. 4, pp. 7-37.
- Brisset, C. 1984. *La santé dans le tiers-Monde*. Paris, Ed. La découverte : Le Monde.

- Brookshire, D. S., Randall A. and Stoll J.. 1990. "Valuing Increments and Decrements in Natural Resources Services Flows". In *American Journal of Agricultural Economics*, No. 62, pp. 478-488.
- Brookshire, D. S. et Neill, H. R. 1992 "Benefit Transfers: Conceptual Issues and Empirical Issues" In *Water Resources Research*, Vol. 28, N°3, pp. 651-656
- Carson, R. T. et Mitchell, R. C. 1993. "The Value of Clean Water : The Public's Willingness to Pay for Boatable, Fishable, and Swimmable Quality Water" In *Water Resources Research*, Vol 29, N°7, pp. 2445-2454.
- Carson, R. T. et Navarro P. 1988. "Fundamental Issues in Natural Resource Damage Assessments". In *Natural Resources Journal*, No. 28, pp. 815-836.
- Choe K. 1990 *Investigating Simpler Protocol for Contingent Valuation Method to Estimate Infrastructure Demand* ; rapport non publié de la Banque Mondiale
- Couret, D., Dembélé, O., Manou Savina, A. 1995 *Evaluation de la demande : étude de cas à partir du projet d'assainissement autonome de Ouagadougou* ; Programme d'Alimentation en Eau et d'Assainissement PNUD – Banque Mondiale ; Groupe Régional de l'Eau et de l'Assainissement - Afrique de l'Ouest ; 81 p.
- Coursey, D., Hovis J. et Schulze W.. 1987. "The Disparity Between Willingness-to-Accept and Willingness-to-Pay". In *Quarterly Journal of Economics*, No. 102, pp. 679-690.
- CRDI. 1983. *Approvisionnement en eau dans les régions rurales des pays en voie de développement : compte rendu du colloque tenu à Zomba, Malawi*. Ottawa, Centre de Recherche pour le Développement International.
- Desvoves, W. H., Naughton, M.C., et Parsons, G. R. 1992 "Benefit Transfer: Conceptual Problems in Estimating Water Quality Benefits Using Existing Studies" In *Water Resources Research*, Vol. 28, N°3, pp. 275-283
- Cummings, R., Brookshire D., Schulze W., et al. 1986. *Valuing Environmental Goods : An Assessment of the Contingent Valuation Method*. New Jersey, Rowan & Allanheld.
- Dianzinga, F. 1984. *L'eau dans Brazzaville et les services publics de l'eau : réflexions sur l'adaptation d'une organisation technique à son environnement social, culturel et urbain*. Thèse de troisième cycle. IUP Grenoble. 285 p. + annexes
- DNHE. 1990. *Shéma Directeur de l'aménagement des ressources hydrauliques de la République du Mali*. République du Mali, Ministère des Ressources et Mines.
- DNHE. 1993. *Mesures d'Accompagnement : Rapport de mission "Standards de Desserte"*. Rapport N°4, Vol 1. Programme de Réhabilitation de l'AEP de 6 centres semi-urbains, République Fédérale d'Allemagne. Document non publié.

- Dufaut, A. "Women Carrying Water : how it affects their health". In *Waterlines* Vol.6 No.3, 1988.
- Erhard-Cassegrain A. et Margat J. 1983. *Introduction à l'économie générale de l'eau*. Ed. Masson (Paris). 370 p.
- Esrey, S.A., Potash, J.B., Roberts L. and Shiff C.. 1991. *Health Benefits from Improvements in Water Supply and Sanitation*.
- Etienne, J. 1996. *Analyse de systèmes de desserte en eau potable par postes autonomes ou bornes-fontaines : synthèse des études de cas au Bénin, au Niger et en Guinée*. BURGEAP. Ministère de la Coopération. Paris. 22 pages + annexes
- Etienne, J. et Morel à l'Huissier, A. 1997. « Les déterminants de la demande en eau des centres secondaires et quartiers périurbains d'Afrique » In *Actes du séminaire sur les fonctions de demande – 16 juin 1997*. Centre d'Enseignement et de Recherche sur la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Marne-la-Vallée. pp 47-61
- Etienne, J. 1998. *Amélioration des services d'approvisionnement en eau potable en milieu semi-urbain africain : intégration de la demande sociale* ; thèse de doctorat en sciences et techniques de l'environnement (à soutenir en juillet 98) ; Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ; Marne-la-Vallée
- Etienne J. et al. 1998. *Analyse comparative des performances de divers systèmes de gestion déléguée des points d'eau collectifs* ; BURGEAP – Programme « Eau potable et assainissement dans les quartiers périurbains et petits centres en Afrique »/Ministère de la Coopération ; Paris
- Evans, P. 1992. *Paying the Piper : An Overview of Community Financing of Water and Sanitation*, Occasional Paper Series 18. Den Haag, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Franceys, R. 1989. "Paying for water: Urban water tariffs". In *Waterlines*.
- Griffin C. C., Briscoe J., Singh B., Ramasubban R. and Bhatia R. 1995 "Contingent Valuation and Actual Behavior: Predicting Connections to New Water Systems in the State of Kerala, India ". In *The World Bank Economic Review*, Vol. 9, N°3, pp. 373-395
- Guéneau, M.C. 1986. *Afrique : Les petits projets de développement sont-ils efficaces?* Paris, L'Harmattan.
- Judge, G., Hill R.C., Griffiths W., Lutkepohl H. and Tsoung-Chao L.. 1985. *The Theory and Practice of Econometrics*. New York, John Wiley & Sons.
- Katko, T.S. 1989. *The role of cost recovery in water supply in developing countries*. Tampere, Tampere University of Technology.
- Katko, T.S. 1990. "Cost recovery in water supply in developing countries". In *Water Resources Development*, Vol.6 No.2.

- Katzman M. T. 1977. « Income and Price Elasticities of Demand for Water in Developing Countries » ; In *Water Resources Bulletin* ; vol. 13 ; n°1 ; pp 47-55
- Kneese A. V. (1984) *Measuring the Benefits of Clean Air and Water* ; Resources for the Future ; Washington
- Knetsch, J. and Sniden J.. 1984. "Willingness-to-pay and Compensation Demanded : Experimental Evidence of an Unexpected Disparity in Measures of Value". In *Quarterly Journal of Economics* No. 99, pp. 508-521.
- Maïga, A. H. 1996. *Evaluation des aspects institutionnels, techniques, d'exploitation et de gestion des systèmes d'approvisionnement en eau potable des petits centres urbains d'Afrique francophone* ; thèse de doctorat ; Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne ; 167 p. + Annexes
- Malla, P.B. 1983. *Logit Analysis of Technology Adoption by Rice Farmers in Dhanusha District Nepal*. Nepal, Agricultural Projects Services Centre, Research Paper Series No.22.
- McPherson, H.J. et McGarry P.. 1987. "User Participation and Implementation Strategies in Water and Sanitation Projects". In *Water Ressource Development* Vol.3, No.1, pp. 23-30.
- Mercier, S. et Lent R.. 1990. "Elaboration d'un modèle d'adoption de la micro-informatique par les agriculteurs". In *Revue Canadienne d'Economie Rurale*, No. 38, pp. 309-321.
- Meroz, A. 1968. *A Quantitative Analysis of Urban Water Demand in Developing Countries*. Working Paper, The World Bank, Development Economics Department
- Mitchell, R. C. et Carson R. T.; 1989. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington D.C.: Resources for the Future
- Morel à l'Huissier, A. 1990. *Economie de la distribution de l'eau aux populations urbaines à faible revenu dans les pays en développement*. Paris, Thèse de Doctorat. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- Morel à l'Huissier, A. et Verdeil, V. 1996. *Gestion de bornes-fontaines : Etude comparative et évaluation de projets réalisés ou en cours de réalisation – Villes de Mopti, Ségou et Kayes (Mali)* ; Centre d'Enseignement et de Recherche sur la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement ; Programme Solidarité Eau ; Paris
- Morel à l'Huissier, A. 1997. « La demande en eau des ménages dans les villes et centres secondaires au Sud du Sahara : modélisation en situation d'approvisionnements concurrentiels » In *Actes du séminaire sur les fonctions de demande – 16 juin 1997*. Centre d'Enseignement et de Recherche sur la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Marne-la-Vallée. pp 62-73

- Morel à l'Huissier, A. 1998. *Assainissement domestique à quel prix ? Une étude sur la volonté de payer des ménages*. Office National de l'Eau et de l'Assainissement - Banque Mondiale. Plan Stratégique d'Assainissement de la Ville de Bobo Dioulasso). Ouagadougou -Burkina Faso. 87 pp. + Annexes
- Mu, X., D. Whittington et Briscoe J.. 1990. "Modeling Village Water Demand Behavior : A Discret Choice Approach". In *Water Ressources Research*, Vol.26 No.4, pp. 521-529.
- Mycoo, M. 1995. *Willingness to Pay for Water Improvements in Trinidad Using Contingent Valuation, Contingent Ranking and Household Production* ; International Symposium on Urban Management in The Developing Cities ; School of Urban Planning ; McGill University ; Montreal ; 27 pp
- North, J. H. et Griffin, C. C. 1993. « Water Source as A Housing Characteristic : Hedonic Property Valuation and Willingness-to-Pay for Water » ; In *Water Ressources Research*
- Office National de l'Eau et de l'Assainissement du Burkina Faso. 1996. *Projet d'Alimentation en Eau de Ouagadougou : Etude sur la volonté des consommateurs d'acheter l'eau à Ouagadougou* ; SEURECA / SAHEL Consult ; 66 p. + Annexes
- Pearce, D. W. 1993 *Economic Values and the Natural World*. Londres: Earthscan Publications
- Pindyck, R. S. et Rubinfeld D.. 1983. *Econometric Models and Economic Forecasts*. 2nd Ed. McGraw Hill Book Company.
- Rochette et al. 1991. *Enquête socio-économique en milieu rural*. République du Mali, DNHE.
- Saunders , R. and Warford J.. 1976. *Village water supply : Economics and Policy in the Developing World*. Washinton D.C., World Bank.
- Savina, A. et Mathys, A. 1994. *L'alimentation en eau en milieu urbain dans les quartiers défavorisés : une question de partage ?* Programme d'Alimentation en Eau et d'Assainissement PNUD – Banque Mondiale ; Groupe Régional de l'Eau et de l'Assainissement – Afrique de l'Ouest ; Abidjan
- Serageldin, I. et Steer A., eds. 1994. *Valuing the Environment: Proceedings of the first Annual International Conference on Environmentally Sustainable Development*. Washington D.C. The World Bank
- Singh, B., Ramasubban, R., Bhatia, R., Briscoe, J., Griffin, C. C. et Kim, C. 1993 "Rural Water Supply in Kerala, India: How to Emerge from a Low-Level Equilibrium Trap" In *Water Ressources Research*, Vol. 29, N°7, pp. 1931-1942
- SONELEC, République Islamique de Mauritanie. 1996. *Enquête de volonté de payer des services améliorés d'alimentation en eau dans les quartiers périphériques de Nouakchott* ; Groupe Régional Eau et Assainissement – PNUD – Banque Mondiale

- The World Bank Water Demand Research Team. 1993. « The Demand for Water In Rural Areas : Determinants and Policy Implications » ; In *The World Bank Research Observer*, vol.8, no.1 ; pp. 47-70
- UNDP – World Bank Water and Sanitation Program. 1996 *Managing Willingness-To-Pay Surveys* ; document de formation interne du 13 mai 1996 ; Washington, DC ; 60 pp
- Van Wijk-Sijbesma, C. 1985. *Participation of Women in Water Supply and Sanitation*, Technical Paper 22., International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation (IRC), La Hague
- Van Wijk-Sijbesma, C. 1985. *What Price Water? User Participation in Paying for Community-Based Water Supply*, IRC Water Supply and Sanitation Centre, La Hague.
- WASH. 1988. *Guidelines for Conducting Willingness-To-Pay Studies for Improved Water Services In Developing Countries* ; Field Report n° 306 ; 131 p.
- White, G.F., D. Bradley et White A.. 1972. *Drawers of Water: Domestic Water Use in East Africa*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Whittington, D., Lauria D., Okun D. et Mu X.. 1987. *An Assessment of Water Vending Activities in Developing Countries*. Working Paper No.185. Arlington Va, WASH .
- Whittington D., Briscoe J. et Mu X. - 1987 *Willingness to Pay for Water in Rural Areas: Methodological Approaches and An Application in Haïti* ; Field Report 213 ; Water and Sanitation for Health Project ; U.S. Agency for International Development ; Washington D.C. ; 93 p
- Whittington et al. 1988a. *Guidelines for Conducting Willingness to Pay Studies for Improved Water Services in Developing Countries*. Field Report No.306. Arlington, WASH.
- Whittington, D., Briscoe J. et Mu X. - 1988b *Modelling Village Water Demand Behaviour: A Discrete Approach* ; Water and Sanitation for Health Project
- Whittington, D. et al. 1988c. « Assesing Preferences in Cost-Benefit Analysis : Reflections on Rural Water Supply in Haïti » ; In *Journal of Policy Analysis and Management* ;
- Whittington, D., Lauria D., Okun D., Mu X.. 1989a. *Water Vending and Development : Lessons from Two Countries*; Technical Report No.45. Arlington Va, WASH.
- Whittington, D., Lauria D., Mu X.. 1989b. *Paying for Urban Services. A Study of Water Vending and Willingness to Pay for Water in Onitsha, Nigeria*. World Bank, Washington D.C., World Bank.
- Whittington, D., Mujwahuzi, M., McMahon G. et Choe K.. (1989c). *Willingness to Pay for Water in Newala District, Tanzania : strategies for cost recovery*. Field report no. 246. Arlington, WASH.
- Whittington, D., Mu, X. et Roche, R. 1990a « Calculating the Value of Time Spent

Collecting Water: Some Estimates for Ukunda, Kenya ». In *World Development* ; vol 18; N°2 ; pp 269-280 ; Pergamon Press Inc.

Whittington, D., Briscoe, J., Mu, X. et Barron, W. 1990b « Estimating the Willingness to Pay for Water Services in Developing Countries : A Case Study of the Use of Contingent Valuation Surveys in Southern Haïti ». In *Economic Development and Cultural Change* ; vol 38; N°2

Whittington, D. 1991 *Willingness to Pay for Improved Sanitation in Kumasi, Ghana : A Contingent Valuation Study*. The World Bank

Whittington, D. et Choe K. 1992. *Economic Benefits available from the Provision of Improved Potable Water Supplies; A Review and Assessment of the Existing Evidence* . Technical report no. 77. Arlington; WASH ; 77 p.

Whittington, D. et al. 1992b « Giving Respondents Time to Think in Contingent Valuation Studies : A Developing Country Application » ; In *Journal of Environmental Economics and Management* ; vol 22 ; pp 205-225 ; Academic Press Inc ; 1992

Wiseman, R. 1987. "Reliability is key to success". In *World Water*, Vol.10 (7), pp.16-17.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE II (COUTS)

- AFVP. 1993. "Artisans et PME du secteur hydraulique". In *Compte rendu du séminaire interdélégations de l'AFVP*. Dakar, mars 1993, 73 p.
- Alda. 1994. "Le réseau d'eau d'Agnam. Un exemple de gestion communautaire au Sénégal". In *PS-Eau*, 1994
- Batard J-P. 1991. *Modélisation d'une tarification de l'eau en milieu rural*. Rapport AFVP.
- Bensalouah F. et Collignon B. 1986. "Evolution des coûts de production de l'eau selon divers types d'ouvrages hydrauliques". In *Actes du Colloque "Ressources en eau et aménagement du territoire"*, Oran, mars 96, mémoire 18 p.
- BURGEAP. 1994. *Etude méthodologique de l'alimentation en eau potable des zones périurbaines africaines*. Rapport préparé pour le Ministère de la Coopération (DEV/T). 300 p.
- Carlier R. 1995. *Evaluation des réseaux d'AEP du programme HASSIR*. Audit et propositions.
- Carlier R. 1995. *Etude de la tarification de l'eau sur 6 petits centres et de leur gestion économique*.
- Collignon B. 1990. *Les opérations du secteur hydraulique au Rwanda*. Rapport de mission AFVP.
- Collignon B. 1994a. "Une opération pilote d'AEP à faible coût dans un centre secondaire du Bénin" In *Actes du Colloque international "Eau, environnement, développement"*. Nouakchott, pp. 213-219
- Collignon B. 1994b. "Le recouvrement des coûts du service de l'eau dans les centres secondaires". In *La gestion du service de l'eau dans les centres secondaires*. Ed. GRET-Min Coop, pp. 59-66.
- Collignon B. 1997. *Des hommes pour faire jaillir l'eau. La promotion des artisans puisatiers en Afrique*. Ed. AFVP (Paris), 24 p.
- Collignon B. et Debris T. 1992. *La promotion des artisans et des petites entreprises du secteur hydraulique*. Editions AFVP. 140 p.
- Dakouré D. 1997. *Rôle des opérateurs privés dans la distribution d'eau potable dans les quartiers périurbains et les centres secondaires dans le sud ouest du Burkina Faso*. Rapport à HYDRO CONSEIL dans le cadre du programme coordonné par le pS-Eau., 21 p.
- Erhard-Cassegrain A. et Margat J. 1983. *Introduction à l'économie générale de l'eau*. Ed. Masson (Paris). 370 p.

- Estienne C. 1997. *Rapport intermédiaire de l'action-pilote « Matam », menée dans le cadre du programme « eau potable et assainissement dans les petits centres et les quartiers périurbains*. Ed. AFVP / ISF.
- Etienne J. 1993. *Alimentation en eau des petits centres africains*. Mémoire de DEA. ENPC - ENGREF - CERGRENE.
- Faggianelli D. 1997. "Des systèmes d'AEP qui équilibrent leurs comptes dans les centres semi-urbains au Mali". In *La Lettre du pS-Eau*, juillet 1997.
- Ferry A. 1992. *La gestion des infrastructures hydrauliques en milieu rural Rwandais*. Rapport AFVP.
- Gay B. 1994. "Le coût de l'eau en Mauritanie". In *La gestion du service de l'eau dans les centres secondaires*. Ed. GRET-Ministère de la Coopération (Paris), pp. 59-66.
- Grondin P-M. 1996. *Chloration en milieu rural dans les pays en voie de développement*. Ed. PS-Eau (Paris). Cahier numéro 10. 94 p.
- HYDRO CONSEIL. 1995. *Projet d'appui à la programmation du secteur hydraulique. Rapport d'évaluation. Propositions pour un futur FAC*. Etude financée par le FAC. Rapport au Ministère de la Coopération (DEV / ERN). 87 p.
- HYDRO CONSEIL. 1996a. *Diagnostic technique, économique et humain de la filière maintenance des groupes de pompage dans les régions de Gao et Tombouctou*. Rapport à ACORD. Etude financée par le FENU. 120 p.
- HYDRO CONSEIL. 1996b. *Etude de faisabilité de l'affermage de 30 petits réseaux dans le sud ouest du Burkina Faso*. Rapport au programme RESO. Etude financée par l'Union européenne. 98 p.
- HYDRO CONSEIL. 1996c. *Le financement de la maintenance des pompes à motricité humaine en Guinée Bissau*. Etude financée par la CFD. 35 p.
- HYDRO CONSEIL. 1997a. *Analyse du fonctionnement et de la conception des adductions d'eau potable dans les petits centres du cercle de Yélimané*. Etude financée par le FAC. Rapport au GRDR. 180p (en trois tomes).
- HYDRO CONSEIL. 1997c. *Etude de faisabilité pour l'approvisionnement en eau potable de Assomada*. Rapport à la Banque Mondiale. 220 p.
- HYDRO CONSEIL. 1998a. *Evaluation des programmes d'AEP des quartiers populaires de Port-au-Prince*, financés par la CFD et l'Union Européenne. 85 p.
- HYDRO CONSEIL. 1998b. *Etude de faisabilité d'un programme d'alimentation en eau de 10 petits centres dans la région sud ouest de l'Ouganda* (financement CFD). 2 tomes. 160 p.
- HYDROEXPERT. 1996. *Etude de faisabilité pour un programme d'hydraulique villageoise en Guinée Maritime* (financé par la CFD). Partie 3 : Collignon : le financement de la filière maintenance. 45 p.

- Koita T. 1997b. *L'exploitation du service de l'eau par des concessionnaires privés dans les petits centres de Mauritanie*. Rapport à HYDRO CONSEIL dans le cadre du programme coordonné par le pS-Eau. 120 p.
- Litrico X. 1994. *Etude économique et institutionnelle de la vente de l'eau dans deux centres secondaires du Bénin*. Mémoire CERGRENE. Ed. AFVP. 29 p.
- Morel à l'Huissier A. 1990. *Economie de la distribution d'eau aux populations urbaines à faibles revenus dans les pays en développement*. Thèse de doctorat. Ed. CERGRENE. 450 p.
- Morel à l'Huissier A. 1990. "Quelle gestion pour les bornes-fontaines payantes ?" In *Bulletin de liaison du CIEH* (Ouagadougou), n°82.
- Morel à l'Huissier A. et Verdeil V. 1996. *Gestion des bornes-fontaines : étude comparative et évaluation de projets réalisés ou en cours de réalisation (villes de Kayes, Ségou, Mopti)*. Ed. CERGRENE. 200 p.
- Nowak F. 1995. *Le prix de l'eau*. Ed. Economica (Paris). 110 p.
- PS-EAU. 1994. *La gestion du service de l'eau dans les centres secondaires du bassin du fleuve Sénégal*. Sous la direction de Didier Allely et Bernard Collignon. Ed. PS-Eau, 160 p.
- PS-EAU. 1997. *Actes de la rencontre de concertation des acteurs dans le domaine de l'hydraulique au Sénégal* (Dakar, 12/96). 56 p.
- Raulo P-Y. et Rodiere M. 1996. *La mise en place d'un système de gestion d'adduction d'eau potable (dans une petite ville du Mali)*. Ed. AFVP. 120 p.
- Rochette R.M. 1994. *Planification des ressources en eau*. Projet PNUD SEN/87/OO6. Rapport du consultant socio-géographe.
- SATEC. 1998. *Etude de la rationalisation des activités de la Direction de l'Hydraulique*. Etude financée par le FED. 2 tomes. 400 p.
- Taisne R., 1994. "La gestion communale de l'eau au Rwanda". In *PS-Eau*, 1994, pp. 97-104.
- Taisne R.. 1997. *Evaluation de l'action pilote « Matam », menée dans le cadre du programme « eau potable et assainissement dans les petits centres et les quartiers périurbains*. Ed. AFVP / ISF.
- Thiaw A.D. et Dagassan E. 1994. "La gestion de l'eau dans les centres secondaires du Sénégal". In *La gestion du service de l'eau*. Ed. GRET-Min Coop (Paris), pp. 21-32.
- Valfrey B. 1994. "La gestion et la maintenance des petits réseaux AEP au Sénégal". In *La gestion du service de l'eau dans les centres secondaires*. Ed. GRET-Min Coop (Paris), pp. 59-66
- Valfrey B. 1996. *La gestion et la maintenance des petits réseaux AEP au Sénégal*. Ed. AFVP - ISF (Paris). 2 tomes. 160 p.

- Valfrey B. 1997a. *Les opérateurs privés de la distribution d'eau et de la maintenance des adductions d'eau dans la Région de Kayes (Mali)*. Rapport HYDRO CONSEIL, dans le cadre du programme coordonné par le pS-Eau. Avril 1997. 78 p.
- Valfrey B. 1997b. *Concevoir et gérer... un petit réseau d'adduction d'eau. Guide pratique à l'usage des porteurs de projet, des associations de ressortissants, des acteurs de la coopération décentralisée, des Comités de Gestion et des élus locaux de la Région de Kayes (Mali)*. Document réalisé sur la demande du Programme Solidarité Eau. Octobre 1997. 50 p.
- Valfrey B. 1997c. *Les opérateurs privés du secteur de l'eau dans les quartiers mal lotis de Port-au-Prince (Haïti)*. Rapport HYDRO CONSEIL, dans le cadre du programme coordonné par le pS-Eau. Décembre 1997. 77 p.
- Valfrey B. 1998. "Région de Kayes : les balbutiements du secteur privé". In *La Lettre du Programme Solidarité Eau*, mars 1998.
- Verdeil V. 1995. *Le commerce de l'eau dans les bidonvilles de Port-au-Prince*. Etude réalisée pour le GRET. 88 p.