



**Programme gestion durable des déchets
et de l'assainissement urbain**



Assainissement A05a

***Gestion domestique des eaux usées et des
excreta : étude des pratiques et
comportements, des fonctions de
demande, de leur mesure en situation
contingente et de leur opérationnalisation***

Rapport final – février 2003

Chapitre 1

***Problématique, corpus scientifique
et méthodes pour l'analyse***



MINISTÈRE DES AFFAIRES
ÉTRANGÈRES

**A. Morel à l'Huissier
(CEREVE)**

1. PROBLEMATIQUE, CORPUS SCIENTIFIQUE ET METHODES POUR L'ANALYSE

1. PROBLEMATIQUE, CORPUS SCIENTIFIQUE ET METHODES POUR L'ANALYSE	1
1.1. Problématique et positionnement de la recherche	3
1.1.1. <i>Ville, environnement, assainissement et développement durable</i>	3
L'environnement urbain : un constat de simultanéité des interrogations au Nord et au Sud	3
Impacts et enjeux d'un assainissement déficient des villes du Sud	4
1.1.2. <i>Le comportement des ménages au cœur de nos recherches</i>	7
1.1.3. <i>La demande : du paradigme à la mesure</i>	8
Qu'est-ce que la demande ?	8
Les justifications socio-techniques d'une approche par la demande	10
Les méthodes disponibles pour évaluer la demande	12
Les enquêtes-ménages générales et des préférences révélées	13
Les méthodes d'évaluation participative	14
Les méthodes d'évaluation contingente	16
1.1.4. <i>Le corpus scientifique : un emprunt fécond à des disciplines diverses</i>	17
1.2. Concepts et méthodes de l'économie	19
1.2.1. <i>Introduction : les notions de besoins et de demande</i>	19
1.2.2. <i>Fonction de demande pour des services améliorés d'eau et d'assainissement : théorie, concepts et limites</i>	21
La mesure des bénéfices économiques : ceux qui y croient et ceux qui n'y croient pas...	21
Le concept de consentement à payer	24

1.2.3. <i>Le comportement des consommateurs</i>	25
Positionnement du problème et définition des termes clé	26
La théorie classique : une opportunité désormais limitée pour les modèles de planification opérationnelle	27
Les fondements théoriques de la segmentation de la demande : la nouvelle théorie économique de Lancaster	29
Critères de la segmentation	30
Principes de choix des critères de segmentation	31
1.2.4. <i>La modélisation économétrique du choix des ménages</i>	31
L'hypothèse de maximisation de l'utilité stochastique (RUM)	32
La spécification des modèles de choix	34
L'application des modèles de choix au secteur de l'eau et de l'assainissement en général et dans nos recherches en particulier	36
1.3. Les limites de l'approche économétrique et les apports de la sociologie	38
1.3.1. <i>Le rôle de l'environnement institutionnel</i>	40
La décision dans la sphère de l'unité familiale et de l'unité d'habitation	40
Confiance en l'état et libertés publiques	43
Incomplétude des marchés et émergence de rationalités différentes	45
Incomplétude du marché du crédit	47
1.3.2. <i>Pauvreté</i>	48
1.4. Concepts et méthodes de la statistique	50
1.4.1. <i>Méthodologie générale de traitement des données d'enquête</i>	50
1.4.2. <i>L'exploration structurée des données</i>	54
Un objectif : suggérer des hypothèses d'associations entre variables	54
L'analyse factorielle des correspondances multiples	55
La typologie et la notion de noyaux factuels	58
Le défrichage de l'inférence	62
1.4.3. <i>La modélisation de la demande à des fins explicatives</i>	64
Régression sur les facteurs de l'ACM et régression PLS	65
Segmentation et modélisation du choix et des préférences	67
Modélisation des opinions et de la satisfaction	68
1.4.4. <i>La mesure de la pauvreté : principes d'élaboration d'un index</i>	68
Etapas de la construction. Adaptation d'une méthode de la Banque Mondiale	69
1.5. Présentation des études de cas mobilisées et plan du mémoire	73
1.5.1. <i>Une base de données d'enquête fondée sur de nombreuses études de cas dans divers contextes</i>	73
1.5.2. <i>Organisation du mémoire</i>	75

1.1. PROBLEMATIQUE ET POSITIONNEMENT DE LA RECHERCHE

1.1.1. Ville, environnement, assainissement et développement durable

L'environnement urbain : un constat de simultanéité des interrogations au Nord et au Sud¹

Au cours du dernier quart du vingtième siècle, sous l'effet conjugué des crises économiques qui l'ont secoué, des pollutions croissantes engendrées par les activités urbaines des pays du Nord et de l'explosion démographique des villes des pays du Sud, la problématique de la ville est devenue centrale dans celles, plus larges, de développement durable. L'environnement urbain est au centre des recherches urbaines et des actions innovantes partout sur le terrain. L'environnement urbain est en fait un terme pudique pour parler des crises urbaines qui agitent tous les pays de la planète, au Nord comme au Sud. Plus personne au Nord n'osera donner des leçons au Sud sur ce qu'il faut faire pour améliorer la ville, car c'est un véritable constat de simultanéité des interrogations que l'on peut faire.

Cette simultanéité peut se lire à travers l'examen succinct des deux phénomènes majeurs des crises urbaines.

Certains scientifiques interprètent la ville comme un écosystème urbain, parcouru de flux qui en circulant se transforment et se dégradent. Ces flux sont énergétiques, informatifs, financiers, flux d'hommes et de matières. La ville se fait au cours de cycles de transformation des flux, dans la consommation et la dégradation de ceux-ci. La ville vit de la destruction incessante des ressources et produit entre autres des déchets. Dans cette perspective, le dysfonctionnement c'est le frein au processus métabolique, le blocage de flux.

Foisonnement des déchets, encombrement des voies et inondations sont en Afrique les manifestations les plus évidentes de ces entraves au métabolisme

¹ Ce paragraphe introductif est emprunté à TA Thu Thuy, qui a su éclairer dans des rapports déjà anciens la formulation de la problématique transversale de l'action environnementale et du développement durable bien mieux que nous aurions pu le faire nous-même ou que d'autres ont tenté de le faire dans les nombreuses déclarations récentes suscitées par l'actualité de ce thème.

urbain. En Europe, ce sont les embouteillages et conflits d'usage de l'espace public, dus à l'empire non maîtrisé de l'automobile.

Les indicateurs essentiels de ces dysfonctionnements sont les déséconomies causées par les pertes de temps productif et les pollutions,

Le deuxième phénomène majeur est l'exclusion. L'exclusion est un thème d'actualité aussi bien dans les pays en développement que dans les pays développés, avec des conséquences accentuées en milieu urbain. Les différences économiques des pays font que ce problème s'identifie par rapport à des types de services différents. Cependant, il semble se dégager une réalité et un vécu communs d'exclusion vis-à-vis des services moteurs de la société environnante.

En Afrique, cela s'appelle l'accès à l'eau, l'électricité, la santé, un environnement assaini et fonctionnel, mais aussi la reconnaissance foncière qui conditionne cet accès. En Europe, cela s'appelle l'accès à l'emploi déclaré, cette forme constituant la reconnaissance sociale de base et la clé d'entrée à bien d'autres services. Ici cela s'appelle l'accès aux services urbains de base, là l'accès à la participation au développement général.

Les indicateurs essentiels de cette exclusion sont les indicateurs de bien-être, intégrant eux-mêmes des indicateurs de santé publique et de richesse ou de pauvreté.

Impacts et enjeux d'un assainissement déficient des villes du Sud

On a assisté ces dernières années à une grande évolution de la place de l'assainissement dans les préoccupations de développement urbain. L'assainissement a d'abord été la « bête noire » des urbanistes, la « dernière roue de la charrette » de leurs réflexions et productions en matière de développement urbain. Un regain d'intérêt y a été apporté par la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement, mais celle-ci a finalement produit 80% de ses résultats dans le domaine de l'approvisionnement en eau et 20% seulement en assainissement.

L'attention s'est réellement focalisée sur l'assainissement à la faveur de l'intérêt mondial des années 1990 pour l'environnement.

De façon générale, on estime que malgré les efforts réalisés, la situation sanitaire d'aujourd'hui est au niveau de celle qui prévalait au démarrage de la DII EPA (décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement), donc en 1980, avec cependant une meilleure prise de conscience des pouvoirs publics. La situation s'est donc dégradée progressivement (le fameux « péril fécal »). Ceci s'explique par la croissance démographique forte et continue, surtout en zone urbaine.

Les gouvernements des pays en développement et les autorités municipales sont confrontés à une situation de crise de l'assainissement qui devient de plus en plus critique chaque année².

En 1990, à la fin de la DIEPA, 453 millions de citoyens, soit 33% de la population urbaine des pays en développement, n'avaient pas accès à l'assainissement³. Pendant les quatre années suivantes, des programmes d'investissement ont permis de faire bénéficier de ce service à 70 millions d'habitants supplémentaires dans les villes du monde, c'est-à-dire à 48 000 personnes chaque jour. Cependant, dans le même temps, la population urbaine totale des pays en développement passait de 1,4 milliards à près de 1,6, de sorte que la population privée de ce service s'élevait en 1994 à 589 millions, soit 37% (voir Tableau 1).

Assainissement	1990 (Population en millions)				1994 (Population en millions)			
	Total	Desservie	Non desservie	Desserte (%)	Total	Desservie	Non desservie	Desserte (%)
Urbain	1389	936	453	67	1594	1005	589	63
Rural	2682	536	2146	20	2789	505	2284	18
Ensemble	4071	1472	2599	36	4386	1510	2873	34

Tableau 1 : Desserte globale en assainissement 1990-1994⁴

Bien que le taux de couverture global en assainissement (63%) puisse paraître élevé et que de grands pas aient été faits pendant les deux dernières décennies, les taux sont beaucoup plus faibles pour les pauvres des villes. Un assainissement inapproprié est l'un des indicateurs-clé de la pauvreté urbaine, et l'absence de système adéquat d'élimination des déchets humains rend leurs

² WRIGHT A. M. *Toward a Strategic Sanitation Approach: Improving the Sustainability of Urban Sanitation in Developing Countries*; Programme Eau Potable et Assainissement de la Banque mondiale - PNUD. Publication International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington, DC 20433. 1997. Page 5.

³ Nous esquivons ici le débat sur la pertinence des critères utilisés par les autorités nationales et les instances internationales pour juger qu'un habitat est assaini ou non. Il mériterait cependant d'être engagé, tant ils sont flous et discutables. Bien que nous citions ces statistiques, nous n'y accordons aucun crédit. Il serait plus juste de préciser que, dans les pays en développement, seules les populations urbaines bénéficient d'une certaine forme d'assainissement des excreta (souvent autonome), que les populations rurales et bon nombre de citoyens n'ont à leur disposition aucun dispositif particulier d'assainissement de leurs eaux usées. Enfin, que la présence ou l'absence d'un système quelconque, qu'il relève d'un service collectif ou d'un équipement autonome, ne préjuge en rien du confort qu'il procure à ses usagers ni de l'impact réel qu'il a sur l'environnement.

⁴ Source: Organisation Mondiale de la Santé, Water Supply and Sanitation Collaborative Council, UNICEF *Water Supply and Sanitation Sector Monitoring Report 1996 : Sector Status as of 31 December 1994*. Genève. OMS. 1996.

conditions de vie encore plus précaires et plus menaçantes pour leur santé (voir Encadré 1).

Encadré 1 : L'impact sanitaire d'un assainissement déficient⁵

L'impact d'un assainissement inapproprié sur la santé est illustré par les résultats d'une étude effectuée par le Projet Eau et Assainissement pour la Santé (désormais Projet de Santé Environnementale) de l'USAID⁶. Six pathologies ont été examinées, choisies parmi celles qui sont soit largement répandues dans les pays en développement soit y causent des problèmes sérieux là où elles sévissent.

Les résultats montrent qu'il y a chaque année :

- 875 millions de cas de maladies diarrhéiques, dont 4.6 millions causent le décès de ceux qui en souffrent, principalement parmi les enfants ;
- 900 millions de cas d'ascaridioses, causant 20,000 morts ;
- 500 millions de cas de trachomes, à l'origine de 8 millions de cas de cécités.

S'y ajoutent 800 millions de cas annuels d'ankylostomiase, 200 millions de cas de schistosomiase (bilharziose), et 4 millions de cas de ver de Guinée.

D'autres caractéristiques de l'habitat pauvre en milieu urbain - ces quartiers tour à tour dénommés périurbains, informels, de squatters, bidonvilles ou « shantytowns » - rendent particulièrement problématique la fourniture d'un service correct d'assainissement. Dans de nombreux cas, en effet, les citoyens pauvres se regroupent dans des zones d'occupation illégale, déclarées impropres à l'habitat. Ainsi, les habitants de ces quartiers officiellement « invisibles » sont exclus des recensements et vivent dans la menace permanente de l'éviction ou du « déguerpissement ». Leurs quartiers sont ignorés par les schémas ou plans directeurs destinés à étendre ou à améliorer les services urbains tels que l'approvisionnement en eau, l'assainissement des eaux usées, le drainage, la voirie, la collecte des ordures ménagères, le secours aux biens et aux personnes, la santé et l'éducation. La densité et la précarité de l'habitat créent également des contraintes physiques limitant le développement des infrastructures.

Dans les villes et petits centres d'Afrique subsaharienne, diverses formes spécifiques d'urbanisme et de production de l'habitat constituent en particulier un frein à un assainissement correct.

En premier lieu, le modèle de la « concession » avec cour, souvent vaste, participe à maintenir les densités brutes de population à un niveau si bas que le coût des réseaux d'assainissement est prohibitif. C'est ainsi que seules quelques capitales de pays moins démunis que les autres ont pu se doter d'un réseau d'assainissement des eaux usées (Abidjan et Dakar par exemple), ailleurs cantonné au mieux à quelques quartiers privilégiés (lotissements ou « cités » de

⁵ Source: ESREY S. A., POTASH J. B., ROBERTS L. et SHIFF C. *Health Benefits from Improvements in Water Supply and Sanitation : Survey and Analysis of the literature on Selected Diseases*. WASH Technical Report 66. Arlington, Virginie : Water and Sanitation for Health Project. Juillet 1990.

⁶ U.S. Agency for International Development. 1999.

standing, le plus souvent réservés aux fonctionnaires ou aux salariés d'une grosse entreprise), au centre-ville ou à la zone industrielle.

Ce même modèle favorise le développement d'un système d'assainissement autonome (latrines, puisards) fait d'installations plus ou moins « bricolées », constituées de matériaux précaires, le plus souvent mal dimensionnées, mal entretenues et défectueuses, dont il est presque impossible d'assurer le contrôle a posteriori. Généralement construites par les ménages eux-mêmes, souvent aidés par des tâcherons et des puisatiers-constructeurs de fosses, elles ne répondent à aucune norme de sécurité, d'hygiène et de longévité. Ce mode d'auto-construction et cette implication quasi-exclusive du secteur informel rendent très difficile leur normalisation technique.

Enfin, la présence et la dissémination sur l'ensemble du territoire urbain d'un grand nombre d'espaces indifférenciés, comme les appellent les urbanistes, c'est-à-dire de terrains vagues, de réserves foncières ou de parcelles non mises en valeur, ajoutées aux vastes emprises des voies de circulation et de leurs accotements, sont une puissante incitation au rejet sur ces espaces des eaux usées ménagères et de façon plus générale de l'ensemble des déchets domestiques, liquides et solides, toutes pratiques dénoncées sur un mode volontiers incantatoire par les autorités comme la marque de « l'incivisme des populations ».

1.1.2. Le comportement des ménages au cœur de nos recherches

Les populations urbaines sont souvent accusées d'avoir des comportements préjudiciables à l'environnement urbain et au bon fonctionnement des quelques infrastructures mises à leur disposition. Pourtant, confrontées à l'absence de services appropriés à l'assainissement de leurs déchets liquides et solides, d'infrastructures les protégeant des risques d'inondation et face à la dégradation de leur environnement et de leurs conditions de vie, elles développent souvent leurs propres méthodes de protection ou de résolution de leurs problèmes.

Avant de préparer des stratégies qui devraient répondre à leurs « besoins »⁷ et à leur capacité d'appropriation, avant de préparer de nouvelles campagnes de

⁷ Voir ci-après pour une discussion de cette notion abusivement assimilée à la demande dans nombre de projets qui, peu attentifs à cette dernière, y substituent des besoins présumés et aboutissent ainsi à des échecs (chapitre 1.2.1 « *Problématique, corpus scientifique et méthodes pour l'analyse* », page 19).

sensibilisation et d'information, il est indispensable de bien connaître leurs pratiques et d'écouter leurs attentes ou leurs appréciations sur ce qui est « fait pour eux ».

Malgré la situation de dégradation de l'environnement urbain décrite précédemment et la mobilisation intellectuelle et institutionnelle de la communauté internationale sur ce thème, on ne dispose d'aucune donnée quantitative précise sur l'équipement sanitaire actuel des ménages ni sur leurs pratiques comportementales. Or, ces données sont indispensables pour envisager un programme d'envergure pour l'amélioration de cet équipement et des services qui y sont associés. Seuls des projets ponctuels ont été réalisés, sans réelle capacité de répliation.

La recherche développée ici à partir de diverses études de cas et investigations de terrain que nous avons menées au cours des années précédentes vise à renseigner sur les pratiques et les comportements des ménages, ainsi que sur leurs attentes et leur consentement à payer pour des services améliorés d'assainissement urbain, bref sur ce que nous convenons d'appeler, dans un sens large, la « demande » des populations. Les recherches que nous avons précédemment menées sur le thème de l'approvisionnement en eau s'inscrivent dans la même perspective.

Les cas étudiés, les supports et bases de données développées pour nos recherches seront présentées à la fin du présent chapitre, en même temps que le plan du mémoire⁸.

Lorsque l'on parle de demande, la confusion est telle et la compréhension en est si divergente qu'il convient cependant en préambule de s'attarder à en dessiner la sémiologie.

1.1.3. La demande : du paradigme à la mesure

Qu'est-ce que la demande ?

La « demande » pour des services d'approvisionnement en eau ou d'assainissement améliorés n'est pas un concept simple et les facteurs qui l'influencent - ou ses *déterminants* - sont relativement complexes⁹. On ne peut pas se contenter de la

⁸ Voir 1.5 « *Présentation des études de cas mobilisées et plan du* », pages 73 et suivantes.

⁹ The World Bank Water Demand Research Team. « The Demand for Water In Rural Areas : Determinants and Policy Implications » In *The World Bank Research Observer*, vol.8, n°1. pp. 47-70. 1993.

corrélés aux seuls revenus des ménages, comme les études et recherches économétriques l'ont couramment fait par le passé. Les trois grandes catégories de facteurs qui affectent la demande individuelle sont les suivantes¹⁰ :

- Les revenus des ménages, le genre, le niveau d'éducation, de même que d'autres caractéristiques socio-démographiques ;
- Le coût, la disponibilité, l'accessibilité et la commodité des différents services proposés, ou, en ce qui concerne l'approvisionnement en eau, des sources d'approvisionnement disponibles;
- Enfin, l'attitude des ménages envers la politique sectorielle menée par les institutions en charge du secteur et vis-à-vis des opérateurs du service.

Le Tableau 2 brosse à grands traits les principales caractéristiques qualitatives de la demande et illustre bien toute la complexité potentielle de sa nature.

La demande peut être :	La demande est toujours :	La demande n'est PAS toujours :
<ul style="list-style-type: none"> • exprimée • révélée (effective) • latente • non informée • irréaliste • biaisée • créée ou suscitée 	<ul style="list-style-type: none"> • propre à chaque site de projet • dépendante des options alternatives existantes • dynamique (c'est-à-dire évoluant dans le temps) • différente pour l'eau et l'assainissement • dépendante du consentement à payer des individus pour chaque option spécifique du service 	<ul style="list-style-type: none"> • équivalente au choix effectif • satisfaite par les « meilleures » solutions proposées par les professionnels • identique à ce que les individus affirment vouloir • prise en compte !

Tableau 2 : Caractéristiques de la « demande » pour l'eau et l'assainissement (adapté de Parry-Jones - 99)¹¹

Le débat sur la nature de ce qu'il convient d'entendre par « la demande » est singulièrement compliqué par le fait que les professionnels du secteur en ont une compréhension différente selon leur spécialité disciplinaire.

Ainsi, les économistes l'assimilent au consentement à payer (encore appelé « volonté de payer ») et mettent l'accent sur les facteurs économiques et financiers, tels que revenus, dépenses ou subventions.

Pour les ingénieurs, la demande représente la quantité d'eau potable qu'il s'agit de distribuer à la population ou la quantité d'eaux usées (effluents) qu'il s'agit

¹⁰ GARN M. *Managing Water as an Economic Good. The Transition from Supply-Oriented to Demand-Responsive Services in Community Water Supply and Sanitation*. Conference Proceedings. May 5-8 1998, UNDP-World Bank Water and Sanitation Program. Washington DC. 1998

¹¹ PARRY-JONES S. *Optimising the selection of demand assessment techniques for water supply and sanitation projects*. Project/Task No: 207. Rapport Final. London School of Hygiene & Tropical Medicine. WEDC, Loughborough University. Grande-Bretagne. Octobre 1999.

d'évacuer, car ce sont ces débits qui permettront de dimensionner le système. Pour évaluer la demande initiale et son évolution dans le futur, de façon à élaborer le projet technique et à prévoir les tâches d'exploitation et les travaux éventuels d'extension ou de renforcement de capacité, ils ont besoin de collecter des données sur les modes de consommation existants, le nombre et le type d'installations correspondant à chaque niveau de service individuel ou collectif.

Pour les sociologues, il s'agit d'un besoin de base ou d'un droit qu'il s'agit d'étudier par exemple sous l'angle de la pauvreté, de l'équité ou du genre. A cet effet, les données qu'ils s'attachent à recueillir concernent les besoins et priorités des individus et des groupes, les conflits potentiels entre usagers, les pratiques culturelles, les opinions et croyances.

Ces approches différentes se traduisent naturellement par la mise en œuvre de méthodes d'analyse elles-mêmes différentes¹² pour mesurer ou évaluer la « demande », dont les avantages et inconvénients seront brièvement examinés ci-après.

Pour les raisons développées ci-après, il est pourtant nécessaire de dépasser le strict cadre « monodisciplinaire » de l'analyse et d'adopter une approche « intégrée », multidisciplinaire, dans laquelle l'apport de chaque spécialité contribue à éclairer et à résoudre plus efficacement les problèmes posés.

Les justifications socio-techniques d'une approche par la demande

Il existe aujourd'hui un faisceau de présomptions suffisamment fortes pour affirmer que le manque d'attention accordée à la demande, considérée dans son acception la plus large (voir ci-dessus), est largement responsable des échecs que rencontrent les projets d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans les pays en développement, et plus généralement des performances médiocres du secteur. Il est possible de multiplier à l'envi les exemples de projets qui ont conduit à des échecs parce qu'ils ont été planifiés et mis en œuvre sans prendre correctement en considération les préférences de ce qu'il est convenu d'appeler les « bénéficiaires ».

Bien qu'elle concerne l'approvisionnement en eau et non l'assainissement, citons à cet égard les résultats d'une recherche récente menée par le Programme Eau Potable et Assainissement du PNUD /Banque mondiale¹³ car elle est exemplaire. L'étude a été menée auprès de 125 communautés servies par 10 projets,

¹² Voir infra § «

Les méthodes disponibles » pages 12 et suivantes.

¹³ SARA J. and KATZ T. *Making Rural Water Supply Sustainable: Report on the Impact of Project Rules*. UNDP-World Bank Water and Sanitation Program. Washington DC. 1998.

répartis dans six pays (Bénin, Bolivie, Honduras, Indonésie, Ouganda et Pakistan). Les enquêtes menées auprès des communautés et des ménages dans le cadre de cette étude font apparaître que les projets sont tantôt impulsés par l'offre (auquel cas les membres de la communauté n'ont pas le choix entre plusieurs options ou ne sont pas informés des coûts ou des responsabilités prévus), tantôt impulsés par la demande (auquel cas on prend le temps d'informer les communautés des diverses formules possibles et on leur confie un rôle prépondérant dans le processus décisionnel). Cette étude a montré que la pérennité des systèmes¹⁴ est plus élevée dans les communautés où une approche impulsée par la demande a été adoptée, c'est-à-dire lorsque les ménages se sont prononcés en connaissance de cause sur l'opportunité de construire un système ainsi que sur le type d'installation et le niveau de service qu'ils souhaitaient. Cette relation s'est révélée significative au plan statistique, même compte tenu de variables indépendantes comme le niveau de pauvreté et l'éloignement par rapport à un centre urbain, et de variables propres à chaque projet, comme la formation, le type de technologie et le coût du système par habitant.

En outre, l'étude a démontré que la pérennité est plus élevée lorsque la demande est exprimée directement par les ménages et non par l'intermédiaire des chefs traditionnels ou des représentants communautaires. Cette étude révèle aussi que la perception des ménages et celle des notables de la communauté avec qui travaillent l'équipe du projet ou les intermédiaires sont souvent très différentes. Parmi les projets étudiés, nombreux sont ceux qui ont été « confisqués » par des représentants communautaires à leur profit, que ce soit en plaçant le système sur leur propriété et en privant ainsi certains segments de la population de la possibilité d'y accéder, ou bien en optant pour une formule rejetée par d'autres membres de la communauté. Il est encore d'autres cas où, les représentants communautaires n'ayant pas tenu compte de la demande émanant de certains groupes de population, comme les femmes ou les pauvres, le projet a abouti à des aménagements qui n'étaient pas conformes aux souhaits de l'ensemble de la communauté. Souvent, les membres de la communauté déclarent alors ne pas être satisfaits du service, ne se sentent guère maîtres du projet et se montrent peu disposés à en financer l'entretien. Il ressort de l'étude que la qualité s'améliore dès lors que les projets, les ONG ou les autres intermédiaires font en sorte que tous les membres de la communauté aient l'occasion de participer au processus décisionnel.

Ce sont là des résultats fondamentaux car ils étayent et justifient pour la première fois, grâce à la mise en œuvre d'un protocole de recherche rigoureux,

¹⁴ Appréciée à travers cinq indicateurs mesurant la performance du système, à savoir : l'état des équipements physiques, la satisfaction des consommateurs, l'exploitation et l'entretien, la gestion financière et la volonté d'assurer la pérennité du système.

les intuitions et recommandations formulées par un certain nombre d'experts du secteur depuis une dizaine d'années.

Les méthodes disponibles pour évaluer la demande

Le Tableau 3 ci-dessous indique les outils d'évaluation de la demande qui ont la faveur des différentes professions. Ces indications sont relativement grossières, dans la mesure où c'est plus souvent une combinaison de ces méthodes qui est utilisée en réalité.

Ingénieurs	Sociologues	Economistes
<ul style="list-style-type: none"> • Enquêtes-ménages des préférences révélées (RPS¹⁵) • Hypothèses associées à l'alternative la plus faisable • Estimations agrégées basées sur des normes de desserte (« besoins ») 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation Participative (PRA)¹⁶ • Réunions communautaires ou « focus groups » 	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'évaluation contingente (CVM¹⁷) • Enquêtes-ménages des préférences révélées (RPS)

Tableau 3 : Les outils d'évaluation de la demande (d'après Parry-Jones - 99)

Le tableau suivant montre les stéréotypes qui sont généralement attribués aux trois grandes catégories de méthodes d'évaluation de la demande.

	Enquête-ménage générale	Approche participative	Enquête de consentement à payer
Date de développement	1920-1950	Depuis 1980	Depuis 1960
Discipline dominante	Statistiques	Anti-disciplinaire	Economie
Critère d'excellence	Rigueur empirique	« Politiquement correct »	Rigueur conceptuelle
Opérateur type	Bureau d'études	ONG	Universités
Champ d'application	Programmes nationaux	Initiatives de base	Programme sectoriel urbain
Paradigme dominant	Moderniste	Post-moderne	Néolibéral

¹⁵ RPS : Revealed Preference Surveys. On entend par *préférences révélées* les choix *effectifs* des individus ou des ménages, c'est-à-dire les *pratiques* d'approvisionnement en eau ou d'assainissement compte-tenu des solutions disponibles localement.

¹⁶ PRA : Participatory Rapid Appraisal

¹⁷ CVM : Contingent Valuation Method. Au contraire des préférences révélées, l'évaluation porte ici sur les choix des individus ou des ménages si des équipements ou des services d'AEPA étaient disponibles dans des conditions données mais *hypothétiques*.

Tableau 4 : Comparaison des trois outils d'évaluation de la demande (source : MacGranahan G. et al. - 97)¹⁸

Bien que le Tableau 4 tende à caricaturer le trait en exagérant les différences, il est indéniable que chaque technique a ses propres avantages et inconvénients, ses opportunités et ses limites, ses partisans et ses détracteurs.

Il s'agit à présent de dépasser l'opposition stérile de ces trois catégories de méthodes pour examiner dans quelle mesure, en fonction de leurs avantages spécifiques mais aussi des limites et contraintes inhérentes à chacune, elles peuvent être mise en œuvre dans le cadre d'une analyse de la demande. A la lumière des approches méthodologiques que nous avons-nous-mêmes mises en œuvre, nous reviendrons dans le dernier chapitre du présent rapport sur ces méthodes pour formuler un certain nombre de recommandations opérationnelles pour l'étude de la demande en « mode projet ».

L'analyse de la littérature disponible montre que les différentes techniques d'évaluation de la demande n'ont pas le même domaine d'application potentiel.

Pour des projets relatifs au milieu rural, la demande pour l'eau et celle pour l'assainissement sont souvent évaluées ensemble et simultanément et cette évaluation mobilise une gamme assez large de méthodes, avec toutefois une préférence assez nette pour les méthodes participatives.

En milieu urbain, au contraire, l'une et l'autre sont généralement évaluées séparément, dans le cadre de projets sectoriels spécifiques.

Deux champs d'application sont rares et donc peu documentés dans la littérature disponible : d'une part l'évaluation de la demande pour un assainissement amélioré en milieu rural, d'autre part l'application des méthodes participatives en milieu urbain ou périurbain.

Les enquêtes-ménages générales et des préférences révélées

Encadré 2 : Limites et contraintes des enquêtes-ménages générales et des enquêtes de préférences révélées

1. Il peut être difficile de définir les « ménages », unités d'enquête, dans certains contextes de « familles élargies » ou lorsque plusieurs familles partagent les mêmes installations (branchements « semi-collectifs », latrines, etc.).
2. Ces enquêtes ne peuvent pas fournir de données sur le consentement à payer ou les préférences des ménages vis-à-vis d'innovations futures (lorsque un service ou un équipement amélioré n'est pas encore disponible, c'est-à-dire en cas de situation dite « contingente », par exemple lorsque les latrines VIP ne sont pas disponibles sur le marché local de l'assainissement autonome).

¹⁸ MACGRANAHAN G., LEITMANN J. et SURJADI C. *Understanding Environmental Problems in Disadvantaged Neighborhoods : Broad Spectrum Surveys, Participatory Appraisal and Contingent Valuation*. Stockholm Environment Institute en collaboration avec SIDA. 1997.

3. Ces études sont relativement coûteuses (formation des enquêteurs, pré-enquêtes test, saisie des questionnaires, traitement et exploitation).
4. L'enquête est un processus de consultation des individus. La collectivité locale ou la communauté en tant que telle n'est pas impliquée dans le processus de décision par cette seule méthode. Celle-ci ne peut se substituer au dialogue avec le niveau de représentation collectif.
5. Les préférences et la demande pour un assainissement amélioré sont plus difficiles à mesurer avec cette méthode car, dans le cas – fréquent – des concessions pluri-familiales, elles résultent généralement d'un processus de choix associant les diverses familles occupantes.
6. Les variations saisonnières sont difficiles à capter avec ce type d'enquête à passage unique, qui ne fournit qu'un « instantané » des pratiques et des comportements (surtout pour le secteur de l'approvisionnement en eau).
7. Les questionnaires d'enquête et leurs résultats sont spécifiques au site enquêté, difficilement transférables (extrapolables) à un autre site, même au sein de la même zone ou région.

Relativement peu flexible et nécessitant une grande rigueur dans son administration, cette technique convient assez mal aux projets à petite échelle en milieu rural, où il est de surcroît important d'assurer une participation active de la communauté et d'engager avec elle un processus de dialogue itératif¹⁹.

Elle est davantage utile pour fournir une aide à la planification au niveau d'une ville ou d'une région et pour établir des priorités d'investissement.

Enfin, elle est réputée incapable de fournir un outil d'aide à la décision en matière de tarification, de subventions ou de mode de recouvrement des coûts. Il s'agit cependant d'un argument que nos recherches méthodologiques ont largement contribué à nuancer, sinon à invalider. Nous avons en effet démontré dans de précédentes recherches que la notion d'élasticité de la demande appliquée aux modèles de prévision du choix des usagers permet dans une large mesure d'obtenir une évaluation indicative de l'effet d'un changement de tarif sur la demande en services d'alimentation en eau, du moins tant que ces modifications tarifaires demeurent marginales et se placent dans un contexte où les services en concurrence ne sont pas affectés.

Les méthodes d'évaluation participative

Encadré 3 : Limites et contraintes des méthodes d'évaluation participative

1. Les données obtenues à partir des méthodes d'évaluation participative ne peuvent pas être considérées comme statistiquement représentatives car elles ne sont pas issues d'un échantillonnage aléatoire²⁰ ;

¹⁹ Par ailleurs, les processus de consultation individuelle sont moins nécessaires qu'en milieu urbain car ces communautés sont socialement plus homogènes.

²⁰ Cette affirmation doit cependant être nuancée : même dans les enquêtes-ménages en milieu urbain, il est difficile pour des raisons pratiques de garantir le caractère aléatoire de l'échantillonnage.

2. Généralement considérées comme peu susceptibles de fournir des données sur le consentement à payer des ménages et sur leur comportement face à une amélioration future des services (bien que ce dernier point soit sujet à controverse) ;
3. Il y a peu d'expériences d'utilisation de ces méthodes pour évaluer la demande dans le cadre de projets à grande échelle ou dans des zones urbaines ;
4. Ces méthodes sont souvent appliquées par des spécialistes qui maîtrisent ou comprennent mal toutes les implications techniques et ceci peut conduire à des résultats biaisés ;
5. La flexibilité de cette approche est souvent assimilée, à tort, à un manque de rigueur ;
6. La nature qualitative des données obtenues peut rendre difficile leur valorisation pour le choix effectif d'une variante du projet, d'un niveau de service particulier.

Les méthodes d'évaluation participative sont le plus souvent utilisées dans le cadre de projets à petite échelle, en particulier en milieu rural ou dans des quartiers urbains défavorisés, lorsque la construction d'une relation et l'élaboration d'un dialogue avec la communauté est un enjeu de première importance.

Les approches participatives permettent en effet de favoriser une circulation de l'information à double sens et peut développer la capacité des membres de la communauté et celle de la communauté tout entière à s'organiser, à prendre des initiatives, à orienter et à maîtriser son propre développement.

Soulignons que les méthodes relevant de cette approche ne bénéficient sous doute pas, en tant qu'outils spécifiques d'évaluation de la demande, de toute la considération qu'elles méritent auprès des économistes et des ingénieurs. Parce que les chefs de projet ont souvent ce profil professionnel et en ignorent leur potentiel, il y a assurément une opportunité pour intégrer plus souvent ces techniques plus à l'amont du cycle des projets, pour les associer à d'autres techniques complémentaires dans les phases de planification et d'étude préalable.

Parmi l'ensemble des méthodes présentées dans ce chapitre, celles-ci sont les seules que nous n'avons pas été amenés à mettre en œuvre à un moment ou à un autre de nos recherches, du moins pas en tant que méthodes relevant d'une approche participative²¹.

²¹ Quelque soit le projet de recherche dans lequel nous avons été impliqués, la phase d'enquête a toujours été précédée - et le plus souvent accompagnée - par le déploiement d'un ensemble de méthodes plus ou moins informelles de collecte. Ces méthodes recouvrent en réalité un continuum de modes variés, depuis ceux que l'on peut qualifier de complètement informels, parce qu'ils reposent exclusivement sur l'intuition, sur l'expérience ou le sens commun, jusqu'à ceux qui nécessitent une organisation plus soignée et rigoureuse de leur mise en œuvre et de leur exploitation. Comme l'enquête-ménage, ces méthodes sont celles des sciences sociales en général et de la sociologie en particulier. Elles comprennent l'observation directe et l'entretien, individuel (entre autres auprès d'informateurs-clé) ou de groupe (ou « focus groups »). A propos de ces méthodes, nous omettons dans ce rapport les développements détaillés que notre expérience suggèreraient pourtant vu la fécondité de ces approches, certes plus qualitatives mais permettant un défrichage fructueux. Ce serait une grave erreur de croire que leur caractère qualitatif et souvent exploratoire les dispense d'une démarche méthodique et

Les méthodes d'évaluation contingente

Encadré 4 : Limites et contraintes des méthodes d'évaluation contingente

1. Cette technique requiert un haut niveau de compétence et est généralement mise en œuvre par des experts étrangers. D'application encore trop récente pour être suffisamment connue, documentée et aisément maîtrisable, elle peut difficilement être transférée aux partenaires locaux.
2. La nature hypothétique (« contingente ») de l'équipement ou du service proposés signifie que le risque est grand, si l'on ne prend pas de précautions (au niveau de l'enquête ou bien en faisant précéder cette dernière par une phase d'information/sensibilisation ou par une opération-pilote de test et de démonstration), d'interroger les enquêtés sur leur demande pour des services dont ils ignorent trop les avantages et inconvénients pour donner des réponses fiables.
3. Etude coûteuse, davantage encore que les enquêtes-ménage générales (formation des enquêteurs, pré-enquêtes test, saisie des questionnaires, traitement et exploitation).
4. (idem enquêtes-ménage générales) Il s'agit d'un processus de consultation des individus. La collectivité locale ou la communauté en tant que telle n'est pas impliquée dans le processus de décision par cette seule méthode. Celle-ci ne peut se substituer au dialogue avec le niveau de représentation collectif.
5. (idem enquêtes-ménage générales) Les questionnaires d'enquête et leurs résultats sont spécifiques au site enquêté, difficilement transférable à un autre site, même au sein de la même zone ou région.
6. Le consentement à payer ou les préférences résultant de ces enquêtes ne reflètent pas le fait que ce sont normalement les femmes qui sont chargées des tâches de collecte de l'eau et d'assainissement, alors que les hommes ont souvent le contrôle des ressources financières. Dans le cas (fréquent) où les préférences ou le consentement à payer des hommes et des femmes sont différents, cette méthode ne permet pas de préjuger de la décision effective qui sera prise par le ménage.

La méthode d'évaluation contingente (CVM) est une technique initialement développée par les économistes de l'environnement pour évaluer la valeur attribuée aux biens publics et aménités environnementales (qualité de l'air, d'un paysage, etc.). Depuis ses balbutiements dans les années soixante, la méthode d'évaluation contingente a acquis une crédibilité scientifique attestée par une littérature de plus de 1500 études. Ces presque quarante ans de réflexion ont permis de faire progresser cette méthode au point d'obtenir aujourd'hui des fondements théoriques faisant quasi-unanimité dans le monde scientifique.

Le terrain d'investigation des chercheurs a cependant été essentiellement composé jusqu'à la fin des années quatre vingt par des enquêtes portant sur des pays industrialisés. Le passage à des études dans les pays en développement, terrain mal connu voire inconnu par les économistes de l'environnement, suscitait jusqu'alors des réactions de scepticisme rapidement confondues par les résultats des différents travaux menés depuis une dizaine d'années. Selon Whittington,

rigoureuse. Pour plus d'informations, nous renvoyons le lecteur à : WORLD BANK *Rapid Appraisal Methods*, Regional And Sectoral Studies, Edited by K. Kumar, août 1993, Washington, 230 p.

initiateur de cette nouvelle vague de recherches, les taux de réponse et l'attention des gens étant plus élevée dans les pays en développement, les évaluations contingentes y seraient pourtant plus faciles à mener et donneraient de meilleurs résultats²². Cependant, bien que les sujets se diversifient dans les pays du Sud, les objectifs des études sont souvent différents de celles menées dans le Nord et il est donc difficile d'en comparer les résultats. La plupart des évaluations contingentes effectuées dans les pays en développement sont commandées par des bailleurs de fonds afin d'analyser des demandes en infrastructure ou pour mesurer les bénéfices de projets d'investissement.

A la demande du Groupe Régional Eau et Assainissement d'Asie du Sud-est, une analyse a été menée en 1999 sur les études d'évaluation de la demande produites en Inde²³. Sur les dix-sept études dénombrées tout secteurs confondus, 9 concernaient le secteur de l'AEPA dont la quasi-totalité mettait en œuvre la méthode d'évaluation contingente. Seules deux de ces études concernaient l'assainissement.

1.1.4. Le corpus scientifique : un emprunt fécond à des disciplines diverses

Le développement des recherches consacrées au comportement du consommateur est récent et peut être situé autour des années cinquante. Le progrès spectaculaire des connaissances qui a marqué ce champ de recherche en quatre décennies a été facilité à la fois par celui des connaissances théoriques dans les disciplines qui constituent le soubassement de l'étude des comportements et par le développement de méthodologies très puissantes d'analyse des données. L'étude du comportement du consommateur est ainsi devenue un domaine privilégié de rencontre des disciplines dites « qualitatives » (les sciences humaines - pour simplifier) et de méthodes « quantitatives » que l'on peut rattacher au concept général de modélisation.

Le champ d'application des résultats issus des recherches sur le comportement du consommateur n'a cessé de s'élargir. Initialement développées pour répondre aux besoins méthodologiques des entreprises privées à la recherche d'une rationalisation de leurs choix de production et de commercialisation de biens de

²² WHITTINGTON D. « Administering Contingent Valuation Surveys in Developing Countries ». In *World Development*, Vol. 26, n° 1, pp.21-30. 1998.

²³ ECOTECH Services, *Situational Analysis of Demand Assessment Studies in India*, Final Report, UNDP-World Bank Water & Sanitation Group – South Asia, New Delhi, march 1999, 74 pp.

consommation, ces recherches se sont élargies progressivement à l'étude des comportements dans des domaines aussi divers que les services, la culture et les arts, les marchés internationaux, les œuvres philanthropiques, etc.

Il est d'ailleurs frappant de constater les ensemencements croisés des recherches en marketing et des recherches plus fondamentales dans les différentes disciplines qui sont à l'origine de leur développement. Ainsi, à titre d'exemple, l'économie a d'abord fourni au marketing, à travers les théories de Becker et Lancaster²⁴, les bases conceptuelles du concept de segmentation des marchés, dont les implications opérationnelles ont connu le succès que l'on sait²⁵, mais les développements méthodologiques que les chercheurs en marketing ont apportés à l'étude de l'évaluation contingente de la demande ont à leur tour largement profité à l'économie des biens et services publics, à celle de l'environnement en particulier.

Les fondements conceptuels de nos recherches font l'objet de développements dans les trois chapitres suivants, que nous avons respectivement consacrés aux concepts et outils issus de l'économie, de la sociologie et de statistique.

La modélisation tient une grande place dans la présente recherche, comme dans celles consacrées plus généralement au comportement des consommateurs. En effet, nous ne prétendons pas restituer l'infinie variété des nuances qui caractérisent les comportements de chaque individu. Nous ne nous contentons pas non plus des principes généraux formulés par les théories microéconomiques, comme par exemple la théorie de la maximisation de l'utilité, mais nous efforçons d'identifier un nombre limité de variables qui peuvent raisonnablement rendre compte des différences observées entre les comportements individuels. Il s'agit donc en ce sens d'une simplification nécessaire d'une réalité mouvante et finalement insaisissable dans sa complexité, dont la traduction formelle et quantitative est, par définition même, un modèle.

²⁴ Voir infra chapitre 1.2.3 § « *Les fondements théoriques de la segmentation de la demande : la nouvelle théorie économique de Lancaster* » pages 27 et suivantes.

²⁵ Au point que ces termes de « segment » et de « segmentation » ont souvent perdu leur signification première. Dans le chapitre suivant (1.2.3 « *Le comportement des consommateurs* » pages 29 et suivantes), nous en rappellerons la définition et expliquerons pourquoi le sens qui leur est donné et l'utilisation qui en est faite par la théorie du comportement des consommateurs conviennent à notre objet et à notre champ d'analyse.

1.2. CONCEPTS ET METHODES DE L'ECONOMIE

1.2.1. Introduction : les notions de besoins et de demande

Les professionnels du secteur de l'AEPA emploient fréquemment les termes de « besoins » et de « demande » de façon indifférenciée. Cette confusion est très révélatrice de la confiance qu'un certain nombre de techniciens ou de décideurs place dans leur propre connaissance de « ce qui devrait être fait pour les populations ». Parce que cette assimilation abusive explique en grande partie les échecs de développement des services et justifie, à elle seule, les efforts déployés dans la présente recherche, il nous paraît utile de rappeler les fondements théoriques de cette distinction, qui ont des implications opérationnelles déterminantes.

Dans leur « *Introduction à l'économie générale de l'eau* », Erhard-Cassegrain et Margat rappellent que « (...) le concept de besoin diffère de celui de demande en ce qu'il reste abstrait, idéal, théorique, alors que la demande, en tant qu'action effective (soit sur le milieu naturel, soit sur un marché), est directement observable » et ajoutent que « **la demande est la transposition et l'expression du besoin dans le réel** »²⁶. Certains économistes de l'eau, comme Merrett²⁷ ou White²⁸ utilisent d'ailleurs le terme de *demande effective*.

Force est alors de constater que la demande telle qu'elle est *mesurée* sur les marchés des services urbains de l'eau potable et de l'assainissement dans les pays en développement ne transpose et n'exprime qu'imparfaitement les besoins supposés des populations. Pour ne parler que des usages domestiques, par exemple, les taux de desserte et les consommations spécifiques demeurent très en-deçà des besoins idéalement fixés par les normes ou objectifs couramment assignés au service, de même que les taux d'équipement en installations d'assainissement²⁹.

Ainsi peut-il sembler paradoxal que la demande s'avère inférieure aux besoins.

²⁶ ERHARD-CASSEGRAIN A. et MARGAT J. *Introduction à l'économie générale de l'eau*, Masson, 1983, page 63 ; c'est nous qui soulignons.

²⁷ MERRETT S. *Introduction to the Economics of Water Resources: An International Perspective*, UCL Press, Royaume Uni, 1997.

²⁸ WHITE J. *Evaluation Synthesis of Rural Water and Sanitation Projects*, Department for International Development (DFID), Rapport d'évaluation EV: 596, Londres, Royaume-Uni, 1997.

²⁹ Voir supra, chapitre 1.1.

Sen illustre de façon frappante ce décalage en considérant une boutique qui vendrait de la nourriture dans une contrée frappée par la famine³⁰. Le besoin de nourriture y est grand mais seuls de rares personnes ont les moyens d'en acheter : la demande effective est donc faible.

Les besoins en eau sont définis par rapport à une « normalité », elle-même généralement transcrite officiellement en « normes ». Ils se définissent comme les quantités et qualités d'eau que l'on estime « nécessaires et suffisantes pour assurer, avec une *efficacité* minimale voulue, l'application des fonctions requises par les divers *usages* correspondant à la vie et aux activités humaines (...) »³¹. Or, dans le contexte socio-technique de nos recherches, une fraction importante des usages domestiques de l'eau est assurée par un prélèvement direct de la ressource, souterraine ou superficielle, et non par une consommation d'eau potabilisée par un producteur/distributeur d'eau potable. De même, en aval des usages de l'eau, la plus grande part de la demande d'assainissement (évacuation et rejets d'eaux usées) ne s'y adresse pas à une offre de service public considérée comme « normale », techniquement correcte et appropriée aux objectifs d'efficacité et de protection sanitaire, mais à une offre de services plus ou moins « bricolés » (construction de fosses et puisards, vidanges manuelles, etc.) , fournis par un marché essentiellement privé qui n'est ni réglementé ni normé, relevant presque toujours de petites activités entrepreneuriales du secteur informel.

La notion d'efficacité économique, à laquelle se réfère plus ou moins explicitement celle de « besoins » est au cœur de l'explication de ce décalage entre besoins et demande : si l'on estime - sans doute avec justesse - qu'il est économiquement nécessaire que tous les citoyens disposent d'une dotation minimale de 20 litres d'eau potable par jour et par personne et d'un assainissement correct de leur habitat, c'est essentiellement parce que si ces besoins ne sont pas couverts, l'impact sanitaire négatif qui en résulte pour la collectivité diminue le bénéfice global de la fourniture de ces services.

Or, l'impact sur la santé d'un assainissement déficient et d'une consommation d'eau insuffisante en quantité ou en qualité n'est pas toujours reconnue par les populations, de sorte que la somme des bénéfices économiques individuels tirés de l'usage des services publics de distribution d'eau potable et d'assainissement est sous-optimale.

Pour l'ingénieur, le concepteur et le planificateur d'un système d'approvisionnement en eau ou d'assainissement, le terme de demande est souvent compris dans le sens restreint des niveaux de consommation ou de

³⁰ SEN A. *Poverty and Famine : An Essay on Entitlement and Deprivation*. International Labour Organization. Oxford University Press. New Delhi. Inde. 1981.

³¹ ERHARD-CASSEGRAIN et MARGAT (83), ibid, page 63. C'est nous qui soulignons.

rejets associés à un niveau de service. Le paiement correspondant à la fourniture de ce dernier est souvent considéré comme une question différente sans rapport direct avec la demande. Il est pourtant au cœur du concept économique de demande. Dans son dictionnaire de l'économie, Pearce définit ainsi la demande effective : « *Aggregate demand for goods and services which is backed up with the resources to pay for ...* » et la distingue de la demande notionnelle (*notional demand*) « *which refers to a desire for goods and services* »³².

1.2.2. Fonction de demande pour des services améliorés d'eau et d'assainissement : théorie, concepts et limites

La mesure des bénéfices économiques : ceux qui y croient et ceux qui n'y croient pas...

Si des ménages décident d'utiliser un système d'approvisionnement en eau amélioré, plusieurs aspects de leur vie et de celle de la communauté sont susceptibles de changer. Par exemple, la santé des individus peut s'améliorer parce que l'usage de quantités d'eau plus importantes peut réduire certaines affections liées à l'hygiène corporelle et que l'usage d'une eau de meilleure qualité peut diminuer l'incidence des maladies d'origine hydrique. Une amélioration de l'approvisionnement en eau peut également avoir des bénéfices sanitaires moins directs. Ainsi, si les femmes, qui sont généralement chargées de cette tâche, passent moins de temps à la quête de l'eau, elles pourront peut-être passer plus de temps à nourrir et à soigner leurs enfants. De meilleures conditions sanitaires entraîneront une réduction des journées de travail et de scolarité perdues. L'argent qui ne sera pas dépensé en soins pourra être alloué au profit d'une amélioration de l'alimentation ou des conditions de l'habitat, qui à son tour se traduira par de nouvelles améliorations de la santé.

L'amélioration de l'approvisionnement en eau a également des effets non sanitaires. Si les femmes ne passent plus autant de temps à collecter l'eau, elles peuvent en avoir davantage à consacrer aux activités productives et rémunératrices. Les économies de temps peuvent aussi être réalloués aux activités récréatives, éducatives, communautaires, religieuses, etc. Un approvisionnement en eau amélioré peut également permettre l'émergence de

³² PEARCE D. *The MacMillan Dictionary of Modern Economics*. MacMillan Press. Londres, Royaume Uni. 1981.

petites activités commerciales qui n'auraient pas été rentables sans cette amélioration. La réduction du coût réel de l'eau peut même entraîner l'abaissement du coût de l'habitat lui-même en diminuant celui de la fabrication (briques de terre, ciment).

Néanmoins, la notion de « bénéfice économique » n'est pas liée aux gains macro-économiques que pourrait ainsi retirer une communauté ou une collectivité d'un approvisionnement en eau amélioré (emplois créés, amélioration de la productivité, etc.) mais à la satisfaction des préférences individuelles, c'est-à-dire à la valeur que le consommateur du service attribue aux différents effets de cette consommation. Le fondement éthique de cette notion réside dans l'idée que les investissements, les politiques et les réglementations publics devraient être évalués par leur impact sur le bien-être social et que les individus sont les meilleurs juges pour apprécier leur propre bien-être³³.

Ce concept de bénéfices économiques a une implication opérationnelle importante : dans la mesure où les individus sont conscients de tout ou partie des bénéfices sanitaires qu'ils peuvent retirer du recours à un service d'approvisionnement en eau ou d'assainissement amélioré, ils leur attribuent une valeur économique et ces bénéfices sanitaires sont alors inclus dans les bénéfices économiques du projet susceptibles d'être mesurés directement par des enquêtes portant sur les choix et préférences des individus.

Mais l'hypothèse exprimée ci-dessus pose problème : dans quelle mesure les individus sont-ils effectivement conscients de ces bénéfices sanitaires ? L'affirmation selon laquelle ils ne le sont pas tant qu'ils n'ont pas expérimenté l'impact et les bienfaits des services améliorés est presque devenue un lieu commun. Il en résulte des attitudes contestées chez les professionnels et les décideurs du secteur face aux outils d'analyse économique et à la question de savoir s'il est légitime de les mobiliser en vue de comparer les coûts et les avantages d'un projet ou d'une décision de politique tarifaire. La plupart d'entre eux partage à des degrés divers le sentiment selon lequel l'analyse économique appliquée à l'alimentation en eau et à l'assainissement est un exercice vain. Cette opinion se fonde sur deux motivations principales.

La première est de l'ordre de la conviction éthique : nombreux sont ceux qui estiment que l'accès à l'eau potable et à un environnement assaini est un droit fondamental des individus et que la fourniture de ces services à tous constitue une obligation qu'aucune analyse économique ne devrait avoir à justifier. Cette position de principe sous-tend les déclarations largement et depuis longtemps

³³ WHITTINGTON D. et CHOE K. *Economic benefits available from the provision of improved potable water supplies*. Water and Sanitation for Health Project (WASH). Technical Report n°77. Washington D.C. 1992. page 9.

diffusées selon lesquelles « l'eau est la source de la vie », « l'eau n'a pas de prix », etc.

La seconde, qui se manifeste plus par un certain scepticisme que par une position rigide, est celle des professionnels qui doutent que les bénéfices économiques de ces services puissent être évalués avec suffisamment de précision pour justifier des choix opérés en pratique. Pour ces derniers, le problème n'est pas de savoir s'il serait utile de mesurer les préférences des individus pour un service amélioré mais plutôt si cela est faisable compte tenu des contraintes d'un projet.

Chacune de ces deux motivations, quoique reposant sur des représentations différentes, révèle fondamentalement la même difficulté – bien réelle – de mesurer les bénéfices sanitaires non perçus. Les professionnels du secteur animés par la première attitude décrite ci-dessus, et notamment les spécialistes de la santé, tiennent pour acquis que les bénéfices sanitaires sont largement supérieurs aux bénéfices non sanitaires. Les autres doutent. Malheureusement l'alternative qui consiste à mesurer indirectement ces impacts pose également de sérieux problèmes méthodologiques³⁴, de sorte que la question, apparemment, ne peut être tranchée. Nous voyons dans ces attitudes l'origine d'une situation singulière et propre au secteur : bien que des centaines de millions de francs soient investis chaque année dans des projets d'alimentation en eau potable et d'assainissement, la plupart des bailleurs de fonds et des gouvernements nationaux exemptent ces projets des évaluations économiques couramment exigées pour les investissements réalisés dans d'autres secteurs comme celui des transports ou de l'habitat, ou bien se contentent d'analyses superficielles.

Les questions économiques soulevées ne sont pourtant pas absentes : les ressources financières étant limitées, des priorités doivent être établies et des arbitrages réalisés, conduisant au choix d'investir dans tel secteur plutôt que dans tel autre, ou bien à financer un projet d'alimentation en eau potable ou d'assainissement plutôt qu'un autre. De façon récurrente se pose aussi la question de savoir quel niveau de service adopter dans le cadre d'un projet donné, et si le surcoût lié au choix d'un niveau plus élevé se justifie. De même, les choix opérés en matière de tarification sont aussi déterminants dans le secteur de l'eau que pour les autres services publics marchands, puisque le recouvrement des coûts constitue un objectif important du gestionnaire, et que l'eau est une ressource limitée devant être partagée entre différents utilisateurs placés en situation concurrentielle.

³⁴ MOREL A L'HUISSIER A. « Synthèse des acquis du programme : Analyse des paramètres économiques de la distribution d'eau », In *Eau potable et assainissement dans les quartiers périurbains et les petits centres* - Coopération Française - Programme Solidarité Eau, Les Editions du GRET, Décembre 1998, pp 23 à 33.

Que ce soit pour se convaincre elle-même ou convaincre d'autres du bien-fondé d'un projet ou des choix en matière de politique de l'eau, la majorité des professionnels du secteur exprime par conséquent une attente certaine concernant l'économie de l'eau et cette attente interpelle directement le milieu de la recherche.

Comme nous tenterons de le montrer dans le présent rapport, l'analyse comportementale des ménages menée dans nos recherches devrait contribuer à dépasser quelque peu le débat rapporté ici, au moins en matière d'approvisionnement en eau, dans la mesure où elle a montré que le choix des ménages intègre désormais largement la notion de potabilité, et que cette conscience de l'impact sanitaire de l'eau ne se limite pas aux seuls citadins mais s'étend largement aux habitants des zones rurales d'Afrique de l'Ouest.

Le concept de consentement à payer

En 1976, Saunders et Warford affirmaient déjà que « *la reconnaissance du concept de consentement à payer comme guide pour l'allocation des ressources est absolument essentielle si l'on veut améliorer de façon significative la situation de l'AEP dans les pays en développement* ».

Peu de recherches ont pourtant été entreprises par la suite sur ce thème, sinon ces toutes dernières années.

Le consentement à payer (parfois appelée encore *volonté de payer*) est défini en économie comme la somme maximale qu'un individu est disposé à payer plutôt que de renoncer à son achat, pendant une période donnée.

Le prix qu'une personne paie pour un bien ou pour un service correspond au moins à la satisfaction qu'elle retire de sa consommation. Si tel n'était pas le cas, elle ne l'achèterait pas car le sacrifice qu'elle concède en numéraire serait plus important que sa satisfaction. Nous pouvons donc admettre que la disposition à payer est au moins égale au prix du marché, sans quoi l'individu ne procéderait pas à l'échange.

Toutefois, la satisfaction qui échoit au consommateur pour chaque unité consommée est, à l'exclusion de la dernière unité, supérieure au prix qu'il paie³⁵. L'achat du bien lui offre donc un surplus de satisfaction que l'économie qualifie de *surplus du consommateur*. Selon la définition simple proposée par Marschall (1925), le surplus du consommateur correspond à la somme maximale qu'un consommateur accepte de payer pour une quantité donnée d'un bien (disposition à payer) diminuée du montant qu'il doit effectivement verser (paiement).

³⁵ L'utilité marginale retirée par le consommateur de la dernière unité consommée est égale à son coût marginal.

Aux sources de l'évaluation contingente réside une analyse néo-classique du comportement des agents : ceux-ci, sous contrainte de revenu ($Y = p.x$), maximisent leur fonction d'utilité directe (U) qui représente leurs préférences et contient la quantité de biens privés consommés (x) ainsi que les caractéristiques de ces biens (q) :

$$\text{Max } U(x,q) / Y = p.x$$

Après optimisation, leur fonction de demande pour chaque bien est identifiée. Il est alors possible, en substituant celle-ci dans la fonction d'utilité directe, de construire une fonction d'utilité indirecte V fonction des prix, des caractéristiques des biens et du revenu. Elle représente le niveau d'utilité que l'agent atteint une fois qu'il a effectué ses choix, en fonction de leurs déterminants³⁶ :

$$V = V(p, q, Y)$$

En présence d'une opportunité de variation (supposons une amélioration) dans la qualité d'un des biens, l'agent sera prêt à allouer une part de son revenu (CAP) pour se procurer ce bien et rester à un niveau constant d'utilité :

$$V(p, q_1, Y - \text{CAP}) = V(p, q_0, Y)$$

C'est ce montant (CAP), expression du surplus de l'agent, que les études de consentement à payer s'efforcent de faire révéler aux enquêtés. De l'égalité précédente est déduite l'expression du consentement à payer $\text{CAP} = f(q_0, q_1, Y, p)$, point de départ des analyses empiriques. Le CAP est en effet exprimé en fonction de ses déterminants (q_0, q_1, Y, p , souvent enrichi par une ou plusieurs variables socio-économiques caractéristiques des agents). Il ne reste dès lors qu'à identifier des relations statistiques et à en déduire la nature des comportements des agents.

1.2.3. Le comportement des consommateurs

Trois courants de pensée successifs ont conduit à la formation de la théorie de la théorie économique contemporaine du comportement du consommateur : la théorie classique, le courant de l'économie sociale³⁷, et enfin la nouvelle théorie économique de Becker et Lancaster. Parce que nous pensons que cette dernière

³⁶ MAC DONNELLA *Issues in Estimating Benefits with Non Market Methods*, Working Paper Series n° 308, Inter American Development Bank, Washington DC,

³⁷ Que nous n'aborderons pas dans cette présentation car nos recherches ne lui empruntent aucun fondement théorique ni aucune méthode.

peut fructueusement contribuer à dépasser les limites de développement opérationnel que l'on rencontre avec la théorie classique, nous en développerons plus largement les fondements théoriques et conceptuels.

Positionnement du problème et définition des termes clé

Comme nous l'avons expliqué précédemment, les ménages des villes ou petits centres étudiés ont typiquement le choix entre plusieurs services, installations ou dispositifs techniques pour leur approvisionnement en eau ou l'assainissement de leur habitat. Ce sont les **alternatives du choix**. Le choix est dit **discret** puisque les alternatives sont distinctes. Elles ne sont cependant pas mutuellement exclusives : un ménage peut par exemple choisir de s'approvisionner à une borne-fontaine pour l'eau destinée à la boisson et à la préparation des repas, tout en puisant l'eau destinée aux autres usages du ménage au puits familial. De même, la fosse des latrines familiales peut recevoir ou non les eaux usées du ménage, celles-ci pouvant sinon être dispersées aux abords de la parcelle ou bien dirigées vers un puisard.

Chacune des alternatives présente des **attributs** : ce sont les variables de la fonction de demande qui définissent et décrivent les différences entre les alternatives. On appelle **niveaux** les valeurs prises par les attributs. Le tableau ci-dessous dresse ainsi une liste non exhaustive des attributs que l'on assigne couramment aux différentes alternatives parmi lesquelles les ménages des pays en développement ont généralement le choix pour leur approvisionnement en eau ou l'assainissement de leurs excréta et de leurs eaux usées. Pour les services d'approvisionnement en eau, remarquons que les niveaux pris par les attributs du service correspondent justement à ce qu'il est convenu d'appeler les *niveaux de service*.

Tableau 5 : Attributs des alternatives d'approvisionnement en eau et d'assainissement domestique

Approvisionnement en eau	Assainissement
Coût d'investissement	Coût d'investissement
Prix d'achat de l'eau	Coût annuel
Régularité / fiabilité de la disponibilité (« constance »)	Intimité
Fréquence de paiement	Prestige social
Distance à parcourir	Facilité d'entretien
Temps d'attente et de remplissage	Nuisances (olfactives ou autres)
Pénibilité	Distance à parcourir
Mode de gestion	Risques sanitaires
Qualité, réelle ou perçue, de l'eau ou caractéristiques organoleptiques (odeurs, couleur,	Etc.

potabilité, etc.) Prestige social Etc.	
--	--

La théorie classique : une opportunité désormais limitée pour les modèles de planification opérationnelle

Rappelons que la théorie classique n'a pas pour objectif la modélisation du comportement individuel mais se préoccupe uniquement du fonctionnement du marché, c'est-à-dire de la rencontre de l'offre et de la demande qui aboutit à un équilibre général et à un optimum au niveau macro-économique. Elle cherche donc à exprimer sous la forme la plus simple possible la formation de la demande globale. Logiquement, donc, elle adopte des hypothèses qui lui permettent d'aboutir à une représentation satisfaisante du comportement global de la demande, c'est-à-dire de l'ensemble des ménages, mais qui rendent ce modèle inapplicable au niveau individuel.

Ses hypothèses de base sont les suivantes :

1. L'information du consommateur est parfaite, à la fois au niveau de ses besoins et de l'offre disponible sur le marché ;
2. L'environnement du consommateur n'exerce pas d'influence sur ses choix ;
3. Le processus de décision du consommateur est orienté vers la maximisation de son utilité sous la contrainte de son budget disponible. Pour maximiser son utilité, il évaluera chacune des possibilités de consommation et établira une hiérarchie stricte de ces possibilités ;
4. C'est le produit envisagé globalement qui procure l'utilité, et non chacun de ses attributs envisagés séparément.

Ajoutons que ce modèle retient exclusivement les dimensions rationnelles et exprimables du processus de décision et que le comportement du consommateur est appréhendé seulement à travers le traitement de l'information.

Ces hypothèses fondamentales de la théorie classique méritaient d'être rappelées, non seulement parce qu'elles ont exercé une très grande influence sur les modèles mathématiques du comportement, mais aussi parce qu'elles sous-tendent la quasi-totalité des fonctions de demande en eau développées jusqu'à présent, tant dans les recherches menées sur des pays développés³⁸ que dans celles concernant les pays en développement.

³⁸ Voir par exemple les deux thèses de doctorat menées au CERVE et centrées sur l'estimation des fonctions de demande des usagers domestiques en France (Boistard, 1990 et Le Coz, 1998).

Dans le strict cadre de notre problématique, permettent-elles encore d'envisager de développer des outils d'aide à la planification des services d'alimentation en eau et d'assainissement ?

La réponse à cette question exige un court détour théorique sur la façon dont la théorie classique dérive la fonction de demande de la fonction d'utilité.

Prenons l'exemple de la demande en eau domestique. Si U_m désigne la fonction d'utilité du consommateur m associée à la consommation de l'eau pour un usage donné, q_m la quantité totale consacrée à cet usage, q_{mi} celle qui provient de la source i et C l'ensemble des N sources d'approvisionnement possibles ($i \in C$), rappelons que les consommations q_{mi} dérivent de la maximalisation du surplus du consommateur m , différence entre l'utilité U_m qu'il en retire et le coût C_m que représente pour lui cette consommation. Mais le surplus $S_m(q_{m1}, \dots, q_{mN})$ du consommateur m ne peut être maximisé que s'il existe q_m^* pour lequel l'ensemble des égalités suivantes, dites « *conditions de dérivabilité de premier ordre* » sont réalisées :

$$\partial S_m / \partial q_{mi} = 0, \quad \forall i \in C$$

Si un ménage n'a recours qu'à une seule source d'approvisionnement pour un usage donné, alors :

$$q_{mi} = q_m \text{ si } i \text{ est choisie}$$

$$q_{mi} = 0 \text{ sinon}$$

et les conditions du premier ordre énoncées ci-dessus ne sont pas remplies. La théorie classique de la demande, fondée sur la maximisation du surplus de l'usager, ne s'applique donc pas dans cette hypothèse.

Cette théorie, ne s'intéressant qu'à la quantité de bien ou de service demandée, est plus généralement inadaptée à la modélisation des choix discrets. L'approvisionnement en eau dans les pays en développement n'est pas le seul cas empirique dans lequel les individus et les ménages sont confrontés à une décision économique importante impliquant un choix entre plusieurs situations ou alternatives discrètes et non continues. Décider de l'achat d'un bien commercialisé sous plusieurs marques ou du recours à un mode de transport pour ses déplacements relève du même type de cas dans lequel la théorie classique est impuissante à dériver les choix individuels de la maximisation du surplus. Il en va de même pour un certain nombre de décisions qui nous intéressent dans le cadre de l'analyse des pratiques en matière d'environnement urbain dans les villes des pays en développement, notamment ici le choix d'un mode d'assainissement des effluents domestiques.

Les fondements théoriques de la segmentation de la demande : la nouvelle théorie économique de Lancaster

Les termes de « *segment* » et de « *segmentation* » font partie de ces mots qui suscitent un tel engouement de la part des praticiens du marketing qu'ils ont souvent perdu leur signification première. Nous commencerons donc par une mise au point lexicographique pour rappeler la définition de ces concepts et expliquerons pourquoi le sens qui leur est donné et l'utilisation qui en est faite par la théorie du comportement des consommateurs conviennent à notre objet et à notre champ d'analyse.

Le concept de segmentation est associé à l'analyse de la demande, et plus précisément à celle des fonctions de demande pour un bien ou pour un service. Segmenter un marché, c'est identifier l'ensemble des fonctions de demande existant pour le produit ou pour le service considéré, et caractériser les groupes utilisant chacune des fonctions de demande³⁹.

La théorie économique contribue à éclairer la définition du segment de marché. La fonction de demande classique retient seulement le prix comme variable explicative de la demande. Lancaster a cependant développé un modèle de fonction dans lequel le prix n'est qu'un des attributs possibles du bien ou du service déterminant la demande de ce dernier⁴⁰ :

Soit un bien ou un service A, qui peut être consommé par des acheteurs ou usagers. Appelons D_i la quantité du bien A demandée par le consommateur i , et exprimons la fonction de demande de ce consommateur :

$$D_i = f_i(X_{1A}, X_{2A}, \dots, X_{kA}, P_A)$$

La quantité du bien ou du service A demandée par le consommateur dépendra du prix d'une unité de A (P_A) et de ses attributs (X_{kB}), par exemple son goût, sa couleur, la réputation de la marque, etc. La relation fonctionnelle f entre les attributs du bien ou du service (dont son prix) et la quantité demandée sera caractéristique de l'individu étudié. On observera donc pour le produit A à un instant donné autant de fonctions f que de consommateurs ou d'usagers, soit :

$$D_1 = f_1(X_{1A}, X_{2A}, \dots, X_{kA}, P_A)$$

$$D_2 = f_2(X_{1A}, X_{2A}, \dots, X_{kA}, P_A)$$

...

$$D_n = f_n(X_{1A}, X_{2A}, \dots, X_{kA}, P_A)$$

La théorie microéconomique fait l'hypothèse de l'homogénéité des consommateurs, et agrège donc l'ensemble des fonctions de demande individuelles pour construire la fonction de demande du marché.

³⁹ BEANE T. P. et ENNIS D.M. « La segmentation des marchés : une revue de littérature » In *Recherche et Applications en Marketing*, Vol. 4, N°3, 1989, pp. 25-52.

⁴⁰ LANCASTER K. « A New Approach to Consumer Theory », In *Journal of Political Economy*, avril 1966, pp. 132-157.

Segmenter le marché consiste au contraire à regrouper les consommateurs ou usagers sur la base de la similitude de leurs fonctions de demande. Dans cette perspective, on retient donc autant de segments que l'on relève de fonctions de demande différentes⁴¹.

Critères de la segmentation

Dans la mesure où il est peu probable que plusieurs fonctions de demande soient parfaitement identiques, l'un des problèmes méthodologiques majeurs de la segmentation réside donc dans la définition de la similitude de deux fonctions : selon quels critères peut-on estimer que deux individus font ou non partie du même segment ?

L'opérationnalisation du concept de segment exige de spécifier la relation fonctionnelle f et l'identification des segments impose de regrouper les consommateurs ayant une même fonction de demande, c'est-à-dire associant la même réponse aux attributs du produit ou du service. L'identification d'un segment repose ainsi sur une base comportementale : on appellera segment un ensemble d'usagers ou de consommateurs ayant le même comportement à l'égard d'un produit ou d'un service du fait de la similitude de leurs fonctions de demande⁴².

La manière la plus simple d'identifier un segment consiste donc à **observer les comportements**. On retrouvera alors les bases les plus simples de la segmentation qui distinguent les acheteurs et les non-acheteurs (ou les usagers des non-usagers), puis parmi les premiers, ceux des différents produits ou services en concurrence sur un même marché.

Dans le cas d'un nouveau service, une adaptation est nécessaire puisque **le comportement à l'égard de l'innovation** ne se manifeste pas encore, et l'on adoptera l'intention d'achat ou de non achat (ou de recours au service) comme variable servant à définir le segment. Tel est le principe des études d'évaluation contingente de la demande dont font partie les études de consentement à payer. L'identification des différents segments peut satisfaire le chercheur désireux d'analyser la structure d'un marché. Nous ajoutons néanmoins à cet objectif la compréhension des raisons de ces différents comportements et les variables qui influencent le choix. Nous souhaitons donc disposer de variables susceptibles d'expliquer les différences de comportements entre segments : ces variables sont classiquement appelées les critères de segmentation.

⁴¹ DICKSON P. R. et GINTER J. L. « Market Segmentation, Product Differentiation and Marketing Strategy », In *Journal of Marketing*, avril 1987, pp. 1-10.

⁴² FILSER M. *Le comportement du consommateur*, Dalloz, 1994, p. 313.

Par exemple, quatre segments ont été identifiés sur le marché des services de distribution d'eau potable dans les villes d'Afrique sub-saharienne : celui du branchement domiciliaire, celui de la distribution collective publique (bornes-fontaines), celui de la redistribution privée (revente de voisinage) et celui de la livraison domiciliaire par porteurs. Une partie de nos recherches a consisté à rechercher les critères permettant de différencier les comportements des ménages dans leur choix de tel ou tel mode d'approvisionnement. Nous avons pu montrer d'une part que la capacité d'épargne est le critère de segmentation le plus discriminant entre le premier segment et les trois autres. Il a été montré d'autre part que le niveau de revenu du ménage, ses liens sociaux, sa composition (nombre de femmes) et l'attitude du chef de ménage vis-à-vis de son (ou ses) épouse(s) sont ceux qui discriminent le mieux les trois derniers segments.

Alors que la définition du segment est relativement rigide puisqu'elle retient des bases comportementales, le choix des critères de segmentation est au contraire extrêmement ouvert. Il doit cependant respecter des contraintes théoriques et méthodologiques, que nous allons à présent préciser.

Principes de choix des critères de segmentation

Les contraintes théoriques du choix des critères de segmentation relèvent pour l'essentiel du principe fondamental suivant : les critères de segmentation doivent permettre d'expliquer les différences de comportements relevés entre les segments. Il faut donc pouvoir faire l'hypothèse d'une relation de causalité entre le critère de segmentation et le comportement observé.

Les contraintes méthodologiques sont abordés dans les deux chapitres suivants.

1.2.4. La modélisation économétrique du choix des ménages

L'opérationnalisation du concept de segmentation de la demande exige que l'on puisse ajuster les choix observés sur les marchés à des modèles explicatifs de la demande. Autrement dit, la théorie microéconomique de la demande doit permettre a priori de modéliser le processus décisionnel d'un individu qui choisit son mode d'approvisionnement en eau ou son mode d'assainissement.

La modélisation économétrique du choix des consommateurs de biens privés ou des usagers de services publics a donné lieu à de très importants efforts de

recherche ces trente dernières années, notamment sous l'impulsion de quelques chercheurs de l'Université de Berkeley (Californie), tout particulièrement McFadden que le prix Nobel d'économie a récompensé en 2000 pour l'ensemble de ses travaux sur le sujet.

Nous allons à présent expliquer pourquoi ces recherches nous fournissent un cadre méthodologique adapté à la nature du problème de modélisation de la demande des ménages en eau et en assainissement, compte-tenu de la spécificité des terrains étudiés.

L'hypothèse de maximisation de l'utilité stochastique (RUM)

A la différence de la théorie économique classique qui déduit la fonction de la demande à partir des conditions du premier ordre⁴³, l'analyse issue de la théorie des choix discrets porte directement sur les fonctions d'utilité.

Cette approche, fondation des recherches portant sur la modélisation économétrique du choix des consommateurs ou des usagers, a pour origine les travaux de psychométrie de Thurstone qui énonce en 1927 sa « *loi du jugement comparatif* »⁴⁴, un modèle de discrimination imparfaite selon lequel l'alternative i caractérisée par un niveau de stimulus v_i est perçue avec une erreur normalement distribuée ε_i , soit comme $v_i + \varepsilon_i$. Thurstone montre en outre que la probabilité $P_{\{i,j\}}(i)$ que l'alternative i soit choisie de préférence à l'alternative j (par exemple que le son i soit jugé plus fort que le son j) a une forme que l'on appelle aujourd'hui de probit binomial⁴⁵.

Dans les années 1950, Marschak étend la loi de Thurstone aux décisions économiques. Il généralise la loi de Thurstone à la maximisation de l'utilité stochastique dans des ensembles de choix multinomiaux⁴⁶, la nomme « *RUM* » (*Random Utility Maximisation*) et analyse les relations entre les fonctions d'utilité stochastique et les probabilités de choix⁴⁷.

Explicitons l'hypothèse de maximisation de l'utilité stochastique (RUM).

⁴³ Voir supra § « *La théorie classique : une opportunité désormais limitée pour les modèles de planification opérationnelle* » pages 27 et suivantes.

⁴⁴ THURSTONE L. « *A Law of Comparative Judgment* », In *Psychological Review*, n° 34, pp 273-286, 1927.

⁴⁵ $P(X) = F(aX+b)$ où F la fonction de répartition de la loi normale standard.

⁴⁶ Choix entre un nombre d'alternatives supérieur à deux.

⁴⁷ MARSCHAK J. « *Binary Choice Constraints on Random Utility Indicators* », In *Stanford Symposium on Mathematical Methods In The Social Sciences*, Stanford University Press, Stanford, 1960.

A l'intérieur de l'ensemble des alternatives possibles (dans notre cas, l'ensemble C des modes d'approvisionnement en eau ou des modes d'assainissement), on suppose que le ménage m choisit l'alternative i dès lors que:

$$U_{mi} \geq U_{mj} \quad i, j \in C \quad i \neq j$$

où U_{mi} et U_{mj} sont des fonctions d'utilité indirectes conditionnées par le choix.

Soit y une variable duale telle que:

$$y_{mi} = 1 \quad \text{si } U_{mi} \geq U_{mj} \text{ avec } i, j \in C \text{ et } i \neq j$$

$$y_{mi} = 0 \quad \text{sinon.}$$

L'analyste ne peut cependant observer que le choix effectif, pas la fonction d'utilité indirecte. La maximisation de l'utilité est sujette à des erreurs dues à l'imperfection des mécanismes de perception et d'optimisation, de sorte que l'on suppose que les incohérences observées dans le comportement vis-à-vis du choix résultent de perturbations aléatoires inobservables. On ajoute donc un terme aléatoire au terme systématique (ou observé) de la fonction d'utilité, qui devient ainsi elle-même une variable aléatoire.

Ainsi, si l'on appelle v le terme systématique (ou déterministe) et e le terme aléatoire (ou stochastique), la fonction d'utilité du ménage m associée à l'alternative i devient alors :

$$U_{mi} = v_{mi} + e_{mi} \quad i \in C$$

Par conséquent, le choix exprimé par y peut être réécrit en termes de probabilités de la façon suivante :

$$P(y_{mi}=1) = P[(v_{mi} + e_{mi}) \geq (v_{mj} + e_{mj})] \quad i, j \in C \quad i \neq j$$

En d'autres termes, la probabilité qu'un ménage m choisisse l'alternative i est égale à la probabilité que l'utilité associée à l'alternative i ne soit pas moindre que celle associée à chacune des autres alternatives. C'est ce que l'on appelle l'hypothèse de maximisation de l'utilité stochastique (RUM).

Dans la fonction d'utilité indirecte, les variables indépendantes peuvent être classées en deux groupes :

- (1) les caractéristiques qui décrivent chaque alternative ;
- (2) les caractéristiques socio-économiques des ménages.

Ce second groupe regroupe en particulier les variables candidates à expliquer les variations de goûts entre les ménages choisissant des modes d'approvisionnement en eau ou d'assainissement différents.

La distribution de U_{mi} et le modèle de choix obtenu dépendent de la loi de distribution choisie pour les erreurs e . Notons que ces erreurs sont indépendantes des arguments de U .

La spécification des modèles de choix

En 1959, Luce formule son axiome dit de « l'indépendance des alternatives non pertinentes » ou « IIA » (*Independance from Irrelevant Alternatives*)⁴⁸. Cet axiome stipule que, si un sujet est confronté au choix d'une parmi plusieurs alternatives mutuellement exclusives, dans un ensemble C , alors le ratio des probabilités qu'il choisisse i et j est identique pour tout ensemble C incluant i et j , soit :

$$\frac{P_C(i)}{P_C(j)} = \frac{P_{\{i,j\}}(i)}{P_{\{i,j\}}(j)}$$

Marschak démontre presque aussitôt que, pour un ensemble fini d'alternatives, les probabilités de choix satisfaisant l'axiome IIA de Luce sont compatibles avec son hypothèse de maximisation de l'utilité stochastique (RUM)⁴⁹.

Luce montre un peu plus tard, en 1965⁵⁰, que si son axiome IIA est vérifié, alors il est possible d'associer à chaque alternative i une *utilité stricte* positive u_i telle que :

$$P_C(i) = \frac{u_i}{\sum_{k \in C} u_k}$$

La même année, McFadden paramètre les utilités strictes du modèle de Luce sous une forme utilisable à des fins d'application économétrique. Pour cela, il écrit l'utilité stricte associée à l'alternative i comme une fonction exponentielle de ses attributs⁵¹ x_i , soit $u_i = \exp(\beta x_i)$. Il lui donne ainsi une forme susceptible de donner lieu à une modélisation statistique du choix individuel et la dénomme « *modèle logit conditionnel* », par analogie avec l'expression des probabilités

⁴⁸ LUCE R. D. *Individual Choice Behavior*, Wiley, New York, 1959.

⁴⁹ BLOCK H. et MARSCHAK J. « Random Orderings and Stochastic Theories of Response », In *Contributions to Probability and Statistics* I. Olkin Ed., Stanford University Press, Stanford, 1960.

⁵⁰ LUCE R. D. et SUPES P. « Preference, Utility, and Subjective Probability » In *Handbook of Mathematical Psychology*, Luce, Bush & Galanter Eds, Wiley, New-York, 1965.

⁵¹ Dans cette expression, x_i et le paramètre β sont tous deux sous forme vectorielle.

conditionnelles ainsi qu'avec le modèle logit auquel il se ramène lorsque le choix se réduit à deux alternatives.

McFadden et Marley établissent par ailleurs qu'une distribution des erreurs ϵ selon la loi de Weibull⁵² est une condition nécessaire et suffisante pour que l'hypothèse de maximisation de l'utilité aléatoire (RUM) avec des erreurs indépendantes vérifie l'axiome IIA de Luce⁵³.

Ce modèle économétrique se révélera extrêmement fécond : McFadden et d'autres chercheurs l'appliqueront d'abord à l'économie des transports, puis au secteur énergétique, et l'enrichiront de formes fonctionnelles plus élaborées répondant à des situations réelles où les choix individuels sont plus complexes.

En particulier, dans le modèle logit conditionnel, les variables indépendantes correspondent aux attributs des alternatives : il ne permet donc pas d'intégrer les variables inter-individuelles susceptibles d'expliquer les différences de goût entre les consommateurs ou les usagers, les caractéristiques socio-économiques en particulier. La spécification du modèle adaptée à la modélisation du choix en fonction des caractéristiques des individus porte le nom de *modèle logit généralisé*.

Or, nous avons indiqué précédemment que la fonction d'utilité indirecte dépend à la fois des caractéristiques décrivant chaque alternative et des caractéristiques socio-économiques des ménages. C'est pourquoi, dans la plupart des cas, il est nécessaire de recourir à un troisième type de modèle, appelé *logit mixte* (« *Mixed Logit Model* »), dans lequel les variables indépendantes incluent chacun des deux groupes de variables, le premier contenant les variables caractéristiques des individus et constantes pour chaque alternative, le second décrivant les attributs des alternatives.

Formellement, l'expression de la probabilité du choix selon chacun des trois modèles est donnée par le tableau de synthèse ci-dessous. Il s'agit dans tous les cas de modèles logit polytomiques (encore désignés par modèles MNL pour « *Multinomial Logit* »).

⁵² Distribution dites des valeurs extrêmes de type I, soit : $\text{Prob}(\epsilon_i \leq c) = \exp(-e^{-c/\sigma})$, où σ désigne un facteur d'échelle.

⁵³ La suffisance est prouvée par MARLEY A. dans LUCE et SUPES, 1965, *ibid.* La nécessité par MCFADDEN D. « Conditional Logit Analyses of Qualitative Choice Behavior », In P. Zarembka (ed.) *Frontiers in Econometrics*, pp 105-142, Academic Press, New-York, 1973.

Tableau 6 : Spécification des modèles polytomiques de choix discret (Logit généralisé, conditionnel et mixte)

Modèle	Variables indépendantes	Probabilité P_{ij} qu'un individu i choisisse l'alternative j
Logit généralisé	X_i caractéristiques de l'individu i	$P_{ij} = \frac{\exp(\mathbf{b}_j X_i)}{\sum_{k \in C} \exp(\mathbf{b}_k X_i)}$
Logit conditionnel	Z_j caractéristiques de l'alternative j pour l'individu i	$P_{ij} = \frac{\exp(\mathbf{q} Z_{ij})}{\sum_{k \in C} \exp(\mathbf{q} Z_{ik})}$
Logit mixte	X_i caractéristiques de l'individu i Z_j caractéristiques de l'alternative j pour l'individu i	$P_{ij} = \frac{\exp(\mathbf{b}_j X_i + \mathbf{q} Z_{ij})}{\sum_{k \in C} \exp(\mathbf{b}_k X_i + \mathbf{q} Z_{ik})}$

Une quatrième type de modèle MNL, appelé « *MNL cumulatif* », sert à modéliser une variable ordinale ou ordonnée, par exemple la satisfaction des individus, mesurée sur une échelle à plusieurs degrés (Exemple : Très satisfait / Moyennement satisfait / Pas du tout satisfait), mais aussi les choix des usagers (effectifs dans le cas d'une étude des préférences révélées ou hypothétiques dans le cas d'une évaluation contingente), lorsqu'il est demandé aux enquêtés d'ordonner les différentes alternatives selon leur préférence ou bien selon une hiérarchie fréquentielle d'utilisation (par exemple : « utilisez-vous tel mode d'approvisionnement en eau : jamais / occasionnellement / régulièrement »?).

L'application des modèles de choix au secteur de l'eau et de l'assainissement en général et dans nos recherches en particulier

A notre connaissance, les travaux de Mu, Whittington et Briscoe (1990), de Madanat et Humplink (1993) et de Hindman Persson (1999) constituent les seules tentatives faites jusqu'à ce jour pour modéliser le choix du mode d'approvisionnement des ménages dans les pays en développement. Les modèles logit multinomiaux mis au point par ces trois recherches sont tous mixtes (prise en compte simultanée des caractéristiques des modes d'approvisionnement en eau et des enquêtés). Mu, Whittington et Briscoe analysent le choix du mode d'approvisionnement principal en eau des ménages d'un petit centre kenyan (Ukunda)⁵⁴, indépendamment de l'usage fait de cette eau, parmi les trois sources disponibles localement : bornes-fontaines, puits et livraison à domicile par

⁵⁴ MU X., WHITTINGTON D. et BRISCOE J. Modelling Village Demand Behaviour : A Discrete Choice Approach » In *Water Resources Research*, 26, 521-529. 1990.

portage. Madanat et Humplink, travaillant sur un échantillon de ménages urbains au Pakistan (Faisalabad)⁵⁵, prennent en compte la différenciation du choix selon les usages de l'eau et mobilisent la technique des modèles MNL emboîtés (*Nested MNL*) : ils modélisent simultanément deux types de choix domestiques interdépendants : d'une part celui de se connecter ou non au réseau, d'autre part celui du mode d'approvisionnement alternatif pour ceux qui ne peuvent ou ne veulent pas d'un branchement particulier. S'y ajoute récemment une recherche menée sur Cebu (Philippines)⁵⁶.

Nos recherches n'ont cependant pas mobilisé jusqu'à présent les modèles logit polytomiques (MNL) décrits précédemment pour une simple raison technique : nous n'avons à notre disposition aucun logiciel statistique autorisant ces spécifications de modèle⁵⁷.

En revanche, nous avons largement eu recours, pour la présente recherche, à la régression logistique, c'est-à-dire au modèle logit « conventionnel », qui s'applique à une variable à expliquer dichotomique et non pas polytomique⁵⁸. Dans la plupart des situations de choix que nous cherchons à expliquer, les populations enquêtées sont pourtant confrontés à un nombre d'alternatives supérieur à deux : par exemple, plusieurs sources d'approvisionnement en eau, plusieurs modes d'assainissement. En transformant chacune de ces variables catégorielles en variables binaires dichotomiques (oui/non), nous nous sommes donc ramenés à une suite de modèles logit binomiaux, dans lesquels le choix modélisé est celui d'adopter ou non tel ou tel service ou équipement.

Nous avons suivi le même principe pour la modélisation des opinions en général⁵⁹ et notamment de la satisfaction. Alors que nous les avons mesurées sur une échelle à trois valeurs⁶⁰ et que cela plaiderait en faveur d'une modélisation de type « MNL cumulatif »⁶¹, nous avons en fait modélisé la probabilité qu'un

⁵⁵ MADANAT S. et HUMPLINK F. « A Model of Household Choice of Water Supply Systems in Developing Countries » In *Water Resources Research*, 29, n°5, 1353-1358. 1993.

⁵⁶ HINDMAN PERSSON T. *Household Choice of Drinking Water Source in the Philippines*. Dept. of Economics, Lund University. Sweden. Paper presented at the 28th Annual Conference of Economists, Melbourne. Sept. 1999. 21 pp.

⁵⁷ Les principaux logiciels statistiques du marché commencent d'ailleurs seulement depuis un ou deux ans à inclure ces procédures dans leurs dernières versions.

⁵⁸ Voir infra chapitre 1.4.3 « La modélisation de la demande à des fins explicatives », pages 64 et suivantes.

⁵⁹ Telles que les appréciations portées sur certains attributs du service (ou composantes du niveau de service) : prix de vente unitaire de l'eau vendue au point d'eau collectif, distance à parcourir pour se rendre à ce dernier, temps d'attente pour y être servi.

⁶⁰ Par exemple : valeur jugée élevée (distance longue ou prix élevé), moyenne ou faible (distance courte ou prix bon marché) ; satisfait, moyennement satisfait ou insatisfait.

⁶¹ Voir page précédente.

individu soit satisfait ou non, globalement ou vis-à-vis d'un des attributs du service sur lesquels on sollicitait son jugement.

Pour les modèles comportementaux, la validité économétrique des modèles ainsi développés est assurée par la conformité du logit conventionnel à l'axiome IIA de Luce, et par conséquent à l'hypothèse de maximisation de l'utilité stochastique (RUM).

1.3. LES LIMITES DE L'APPROCHE ECONOMETRIQUE ET LES APPORTS DE LA SOCIOLOGIE

La manière la plus simple d'identifier un segment consiste à **observer les comportements**. On retrouve alors les bases les plus simples de la segmentation qui distinguent les acheteurs et les non-acheteurs (ou les usagers des non-usagers), puis parmi les premiers, ceux des différents produits ou services en concurrence sur un même marché.

Dans le cas d'un nouveau service, une adaptation est nécessaire puisque le **comportement à l'égard de l'innovation** ne se manifeste pas encore, et l'on adoptera l'intention d'achat ou de non achat (ou de recours au service) comme variable servant à définir le segment. Tel est le principe des études d'évaluation contingente de la demande dont font partie les études de consentement à payer.

Dans le premier cas, la segmentation porte sur des préférences dites « révélées » (sous-entendu par le marché) et relève donc de l'analyse comportementale ; dans le second cas elle porte sur une demande en situation hypothétique ou « contingente » et procède donc par analyse d'attitudes. L'identification des critères de segmentation suppose comme on l'a dit précédemment celle d'une relation de cause à effet entre la demande et ces critères et ne saurait en aucun cas se satisfaire des liens de dépendance mis en évidence par l'analyse statistique, qui ne fournissent que des présomptions. La segmentation de la demande, dans un cas comme dans l'autre, est donc une démarche avant tout sociologique, non seulement parce que les méthodes de mesure par enquête auprès des ménages et plus généralement d'observation des comportements relèvent de ce champ disciplinaire mais aussi, et surtout, parce que la sociologie est seule capable de fournir un cadre interprétatif susceptible d'assurer la validité causale des critères de la segmentation.

L'utilité du recours aux théories de la sociologie apparaît également lorsque l'on se penche sur les hypothèses fondamentales de validité des théories économétriques.

En particulier, un des fondements théoriques des études économétriques, et plus particulièrement des évaluations de bénéfices ou de dommages, est l'hypothèse de rationalité du consommateur. Aux sources de cette rationalité préside une conception kantienne de la société où les agents sont libres, et par conséquent capables de choisir. Dans les pays en développement cette liberté n'est pas toujours garantie : les structures institutionnelles existantes peuvent influencer, paralyser ou biaiser la révélation des préférences des agents⁶².

Par ailleurs, bien que le concept de bien-être soit multidimensionnel et impossible à mesurer directement, la théorie économique suggère que la modification du bien-être individuel soit mesurée sur une échelle unique d'unité monétaire. Or, des rationalités différentes peuvent émerger du fait de contraintes économiques différentes sur les consommateurs : en l'absence de marchés complets du travail et du crédit, les individus peuvent ne pas déterminer leur consentement à payer de la même manière que les consommateurs occidentaux, c'est-à-dire sur la base d'une unité de valeur purement et seulement monétaire⁶³. Ceci constitue une seconde limite de l'approche économétrique.

Trois grands types de méthodes peuvent être identifiés⁶⁴ :

- les méthodes d'évaluation directe par enquête auprès des ménages, auxquels on demande à l'avance leur propre estimation de leur consentement à payer pour une consommation future ;
- l'observation du comportement actuel des ménages dans leur consommation de biens ou services similaires ou corrélés ;
- la simulation du comportement des consommateurs en situation réelle (Action Research).

⁶² Voir ci-dessous § « L ».

⁶³ Voir infra § « Incomplétude des marchés et émergence de rationalités différentes », pages 45 et suivantes.

⁶⁴ KATKO T. *The Role of Cost Recovery in Water Supply in Developing Countries*, Tampere University of Technology, Institute of Water and Environmental Engineering, rapport n° A 41, Tampere (Finlande), 1989, 246 pages.

1.3.1. Le rôle de l'environnement institutionnel

La prise de décision se fait toujours dans un environnement institutionnel particulier qui va contraindre ou modifier le choix des individus. La famille est l'institution de base au sein de laquelle se forme la décision. Afin d'évaluer correctement la demande d'un ménage en situation contingente, il faut donc mettre en œuvre une méthode permettant de saisir cette dimension de la prise de décision. C'est ce que les économistes appellent la « *formulation de la valeur* ». A un niveau supérieur, les institutions publiques, juridiques, administratives voire coutumières jouent un rôle tout aussi fondamental d'incitation ou de contrainte sur les comportements économiques des agents.

Lorsque l'on a pour objectif d'estimer la demande des ménages pour des infrastructures comme l'approvisionnement en eau ou l'assainissement, qui peuvent avoir conjointement des caractéristiques de bien public et de bien privé, on est confronté au problème du champ de la décision, qui se place non seulement au niveau du ménage, mais aussi, dans bien des cas, au niveau de la communauté proche, notamment du voisinage lorsque l'on peut raisonnablement anticiper que l'équipement (le robinet ou les latrines dans la cour) sera partagé par l'ensemble des ménages de la parcelle ou de la concession.

L'individu n'est donc plus l'unité d'étude privilégiée.

La décision dans la sphère de l'unité familiale et de l'unité d'habitation

La difficulté réside alors dans la compréhension des processus d'émergence de la décision au sein de l'unité familiale ou de l'unité d'habitation.

Des travaux économiques, dans la lignée des travaux de Becker⁶⁵ sur les comportements, utilisent la grille de lecture de l'individualisme méthodologique, qui semble néanmoins très limitée pour saisir la complexité de cette question⁶⁶. Des sociologues du tiers monde ont aussi travaillé sur les pouvoirs, les hiérarchies et la formation de la décision commune au sein de l'unité familiale. La prise en compte de leurs travaux conduit à modifier la forme traditionnelle des questionnaires et à utiliser des méthodes rejetées dans les études au sein de pays industrialisés en reconsidérant notamment le rôle du temps dans la prise de décision.

⁶⁵ Voir supra, § « *Les fondements théoriques de la segmentation de la demande : la nouvelle théorie économique de Lancaster* », pages 29 et suivantes .

⁶⁶ MENCKIK P. L. *Household and Family economics*. Klower Academic Publishers, Norwell MA, 1996.

Nous reprendrons ici les travaux de Whittington dans l'état d'Anambra au Nigeria (1992) où il étudie l'influence du temps donné aux individus pour réfléchir à leur décision⁶⁷.

La plupart des évaluations contingentes considéraient avant ces travaux que les agents pouvaient fournir une réponse rapide aux questions des enquêteurs. C'était cependant faire abstraction du processus complexe d'où émerge la révélation de la valeur. Les individus ont besoin de temps pour prendre correctement en considération leur contrainte de budget et pour consulter les autres membres de la famille. Ceci est d'autant plus important pour des services tels que l'approvisionnement en eau qui représente souvent une grande part du budget (jusqu'à 10% du revenu du ménage) et qui concerne l'ensemble de la famille par l'intermédiaire du temps passé aux puits ou aux bornes fontaines (jusqu'à 7 heures par jour et par ménage en saison sèche).

Afin d'évaluer le rôle du temps Whittington divise son échantillon de ménages en deux : un groupe où les gens doivent répondre immédiatement à la question sur leur volonté à payer et un autre où ils ont une journée pour répondre. En outre, afin de tester l'effet du temps de réflexion sur la fiabilité des réponses dans le temps, les enquêteurs demandent le lendemain aux individus du groupe à réponses instantanées s'ils veulent changer leur réponse.

Si nous considérons un modèle intégrant le temps et l'information dans l'estimation d'un surplus du consommateur selon Hicks (Hoehn et Randall's, 1987), l'augmentation du temps de réflexion devrait augmenter le consentement à payer. En effet le temps est ici considéré comme facteur d'incertitude : plus il est réduit et plus celle-ci est élevée ; au contraire, l'augmentation du temps de réflexion ou de l'information réduit ou élimine l'incertitude, ce qui se traduit par un consentement à payer supérieur. Suite à cette étude, Whittington a montré que ces assertions étaient fausses dans un contexte de pays en développement tel que celui de l'état d'Anambra au Nigeria : « *Giving people time to think consistently reduced their bids, their implied ratings and their likelihood of agreeing to purchase the improved water source in comparison to bids from those who had to respond immediatly at the time of the interview.* »⁶⁸.

Comme nous l'avions souligné, ce résultat s'explique par une procédure complexe de décision au sein du ménage qui tient compte à la fois de ses ressources monétaires et non monétaires. L'arbitrage essentiel sur la question de l'eau se situe en effet entre le temps passé à chercher ce bien et l'argent utilisé pour avoir une ressource plus proche (proposition sur laquelle les enquêtés devaient

⁶⁷ WHITTINGTON, SMITH, OKORAFOR, OKORE, LIU et McPHAIL, 1992, « Giving respondents time to think in contingent valuation studies: a developing country application. », In *Journal of Environmental Economics and Management*, n°22, pp 205-225.

⁶⁸ Whittington et al. - 1992, idem, p. 217.

s'exprimer). Il serait intéressant pour les ménages de payer pour un approvisionnement plus proche si le temps « perdu » à chercher de l'eau à des sources lointaines était utilisé à travailler et donc à rapporter de l'argent. Ceci est cependant rarement possible dans les zones rurales surtout - mais aussi urbaines - des pays en développement où le marché du travail est souvent incomplet. Durant la période de réflexion qui intègre tous les membres du ménage, et donc ceux qui sont préposés à l'approvisionnement en eau, cet aspect est pris en compte par le chef de ménage. Lors de la révélation de son consentement à payer, ce dernier donnera donc un chiffre beaucoup plus proche de la réalité et inférieur au consentement à payer révélé par ceux qui n'ont pas eu le temps d'intégrer ces contraintes.

Ces résultats sont par ailleurs confirmés par les révisions du consentement à payer (des individus du premier groupe), qui sont fréquentes et majoritairement à la baisse.

Une des limites à ce type de résultat pourrait être l'existence de comportements stratégiques des agents qui, après réflexion, préféreraient avouer un consentement à payer inférieur afin de payer moins si le programme était réellement mis en place (comportement dit « du passager clandestin »). Whittington, sans réellement tester ce biais stratégique, se fonde sur une série d'entretiens informels pour le rejeter⁶⁹ : après l'enquête et l'obtention des résultats, les enquêteurs ont interrogé les gens sur cette différence de consentement à payer entre les deux groupes et aucun ne l'a attribué à des comportements stratégiques. Au contraire, un grand nombre de gens ont expliqué qu'une discussion avec les autres membres de la famille était nécessaire avant d'engager le ménage dans un paiement régulier. Par ailleurs les individus ayant modifié leur offre se justifiaient avec des raisons précises tenant à une meilleure prise en compte de leurs contraintes.

Ces résultats semblent donc confirmer l'idée que pour avoir une réponse intégrant toute la complexité du processus de décision et correspondant à une volonté à payer de « l'unité ménage », il est nécessaire de laisser du temps entre la question et la réponse.

D'autres études ont depuis lors utilisé ce procédé. C'est le cas par exemple de deux études sur le consentement de populations rurales à participer à des

⁶⁹ Whittington et al. - 1992, *ibid*, p. 221.

programmes de lutte contre la mouche tsé-tsé. (Echessaw et al.⁷⁰ ; Swallow et al.⁷¹)

Par ailleurs utiliser cette méthode permet de résoudre un problème souvent rencontré dans les études de consentement à payer dans les pays en développement : une réponse instantanée demande de n'interroger qu'un seul individu, mais qui doit-on interroger en priorité ? Le chef de ménage est généralement sollicité mais comme nous venons de le voir, il ne peut à lui seul révéler le consentement à payer du ménage. Cette question a été source d'erreurs dans un certain nombre de travaux, notamment dans ceux de Altaf et Hugues sur l'assainissement urbain à Ouagadougou (Courret et al., p55) où le biais a pu être mesuré ex post.

Si l'environnement familial a, comme nous venons de le voir, une influence capitale sur la formation de la décision par les individus, l'environnement social au degré le plus élevé, celui de l'état, joue aussi un rôle fondamental.

Confiance en l'état et libertés publiques

Whittington, dans une étude menée à Haïti a pu constater la difficulté de faire révéler un consentement à payer dans un contexte de méfiance vis à vis des pouvoirs publics⁷². A une question ouverte sur son consentement à payer pour une amélioration de son système d'approvisionnement en eau, un haïtien demanda à l'enquêteur « *What do you mean by the maximum I would be willing to pay? You mean when someone has a gun on my head ?* » (Whittington, 1998). Face à la réponse de l'enquêteur lui garantissant sa liberté de choix, il répondit qu'alors, il préférerait ne rien payer du tout !

L'absence de confiance dans les institutions gouvernementales est une caractéristique très fréquente dans les pays en développement. L'action de l'Etat est en effet souvent détournée au profit de groupes d'intérêts particuliers et n'agit pas dans l'esprit des gens dans le sens de l'intérêt général. Les actions qu'il peut entreprendre sont donc considérées de prime abord avec méfiance.

⁷⁰ ECHESSAW, SHALLO, KAMARA et CURRY, 1997, «Willingness to contribute labor and money to tsetse control:Application of contingent valuation in Busia District, Kenya.», In *World Development*, vol 25, n°2, pp 239-253.

⁷¹ SHALLOW et WOULDYALEH, 1994, "Evaluating willingness to contribute to a local public good: application of contingent valuation to tsetse control in Ethiopia.", In *Ecological Economics*, vol 11, pp 153-161.

⁷² WHITTINGTON D., 1998, «Administering contingent valuation surveys in Developing countries.», In *World Development*, vol 26, n°1, pp 21-30.

L'exemple haïtien est une illustration parfaite de ce problème : les populations ayant subi une longue oppression de l'appareil étatique, ils ne peuvent pas lui attribuer de bonnes intentions, comme celle d'améliorer leurs conditions d'accès à l'eau. De la même manière, Gonzalez et al. dans leur étude sur les bénéfices de la préservation de deux rivières à Porto Rico⁷³ soulèvent le problème du manque de confiance majeur des individus en leur gouvernement et ses propositions. Cette méfiance s'étend à l'agence nationale de l'eau, partenaire de l'étude en question. Prudemment, afin de voir si ceci a significativement influencé les réponses, les auteurs proposent de faire une étude similaire sur un bien qui n'est pas géré par cette institution.

La méfiance envers les différentes institutions gouvernementales dans les pays en développement doit donc être prise en compte au moment de la présentation de l'enquête. Cela demande une bonne connaissance du schéma institutionnel local, des relations de pouvoirs et de confiance entre les acteurs. Selon le contexte une certaine distance vis à vis de ces structures peut ainsi être préférable au moment de l'enquête de façon à éviter des réponses biaisées.

Par ailleurs, concernant la fourniture de biens publics tels que l'approvisionnement en eau, l'assainissement urbain ou le contrôle des mouches tsé-tsé, les agents manifestent souvent des réticences à payer et peuvent donc refuser d'exprimer leur consentement. Selon eux, ces services devraient être payés par les pouvoirs publics qui, dans un passé récent, les fournissaient gratuitement ou qui en avaient fait la promesse aux dernières échéances électorales. Il est par exemple très difficile de réguler les consommations d'eau à l'aide d'une tarification sur l'île de Zanzibar (Tanzanie) où elle est traditionnellement gratuite et où les dirigeants locaux font régulièrement la promesse électorale de préserver cette gratuité. Dans le même ordre d'idée, Swallow et Woudyalew dans leur étude sur la volonté de participer (payer ou travailler) à un programme de lutte contre les mouches tsé-tsé obtiennent un très fort consentement à travailler qu'ils expliquent partiellement par le refus des communautés de payer pour des services qui devraient selon eux être pris en charge par l'Etat : « *We suspect that people in this area are generally biased against contributing money to local public goods* ».

Cet aspect pose un problème majeur car il remet en question l'intérêt même de l'étude. Il peut être difficile à contourner, à moins d'employer, comme dans les études sur la mouche tsé-tsé, un autre vecteur de révélation de la préférence (le consentement à travailler). Les informations recueillies seront cependant d'une nature différente, argent et travail n'étant pas nécessairement parfaitement substituables dans les pays en développement.

⁷³ GONZALEZ-CABAN et LOOMIS, 1997, «Economic benefits of maintaining ecological integrity of Rio Mameyes, in Puerto Rico.», In *Ecological Economics*, vol 21, pp 63-75.

Incomplétude des marchés et émergence de rationalités différentes

L'incomplétude des marchés du travail, du crédit ou de certains biens est parfois utilisée par les économistes pour caractériser le niveau de développement des pays du Sud. Aussi critiquable et étreinée que soit cette conception du développement des nations, le concept de marché incomplet reste utile pour comprendre l'environnement économique des pays auxquels nous nous intéressons et pour appréhender une rationalité des acteurs différente de la rationalité optimisatrice néoclassique.

Il est généralement considéré que la monnaie est un substitut parfait des biens, des services et du temps des individus. C'est en effet le cas dans une économie parfaitement monétarisée, où les marchés des biens et services ainsi que le marché du travail sont dits « complets », c'est-à-dire où il est théoriquement toujours possible de trouver un acheteur et un vendeur pour échanger sa production ou sa force de travail contre une quantité d'unités monétaires.

Or, dans les pays les plus pauvres, le marché du travail est souvent inaccessible (par faute d'infrastructures) ou incomplet : les agents, dans l'impossibilité de trouver un travail, manquent alors de ressources en monnaie (de « cash ») et le coût d'opportunité de verser une somme en monnaie locale est nettement supérieur à celui de travailler une durée théoriquement équivalente (compte tenu du salaire moyen local).

Nous avons alors affaire à une rationalité des agents différente de celle qui prévaut généralement dans les pays industrialisés et dont nous pouvons tirer deux conséquences essentielles pour les études de la demande dans ce contexte.

D'une part, une demande exprimée sur une seule base monétaire ne reflètera pas le consentement total à participer des agents. Dès lors, il est probablement indispensable de compléter l'enquête par une étude du consentement à travailler des individus.

D'autre part, en raison des coûts d'opportunité différents, les agents auront toujours un consentement à travailler supérieur à leur consentement à payer.

Nous avons repris ici deux études (Echessah et al., 1997⁷⁴ et Swallow et al., 1994⁷⁵) ayant traité de ces problèmes et dont les résultats confirment ces

⁷⁴ ECHESSAW, SHALLO, KAMARA et CURRY, 1997, «Willingness to contribute labor and money to tsetse control:Application of contingent valuation in Busia District, Kenya.», In *World Development*, vol 25, n°2, pp 239-253.

⁷⁵ SHALLOW et WOULDYALEH, 1994, "Evaluating willingness to contribute to a local public good: application of contingent valuation to tsetse control in Ethiopia.", In *Ecological Economics*, vol 11, pp 153-161.

intuitions théoriques. Ces travaux en milieu rural kenyan et éthiopien traitent du même sujet : la participation des populations au contrôle des mouches tsé-tsé - qui affectent la santé des hommes et de leurs troupeaux dans une grande partie de l'Afrique subsaharienne. Les deux enquêtes utilisent une question ouverte à trois formats : consentement à travailler, consentement à payer, consentement à payer *et* à travailler. Les agents choisissent un des trois formats après avoir exprimé leur souhait de participer au programme.

Les résultats de ces deux études sont en beaucoup d'aspects similaires et nous les traiterons donc conjointement. Les hypothèses de non substituabilité entre le travail et la monnaie et la préférence pour le travail pour cause d'imperfections de ce marché en zone rurale sont vérifiées. En effet, Echessaw et al.⁷⁶ concluent « *It appears that both male and female-headed household were more willing to contribute labor than money. The most likely explanation for this is that restriction on the labor market prevented people from freely exchanging their surplus labor for money* ». Swallow et al. concluent de la même manière mais apportent un argument empirique supplémentaire en testant la relation entre la contribution monétaire et la contribution en travail : celle-ci n'est pas statistiquement significative malgré la forme du questionnaire qui incite à réaliser un arbitrage entre les deux. Nous pouvons par ailleurs remarquer que ces deux travaux révèlent une très forte volonté des populations à participer au programme (96% des enquêtes pour Echessaw et al., 97% pour Swallow et al.) avec une très forte proportion de gens qui sont prêts à travailler (86% des enquêtés pour Echessaw et al., 85% pour Swallow et al.).

Nous avons donc vu que dans un contexte rural, où le marché du travail est incomplet, les agents développent une rationalité différente qui incite les enquêteurs à mesurer conjointement un consentement à payer et à travailler. Ceci se justifie aussi si l'on tient compte des pratiques communautaires qu'Echessaw (1997, p242) et al. mettent en évidence au Kenya : il existe dans les zones rurales d'importantes normes sociales qui incitent les membres de la communauté à contribuer monétairement et physiquement aux projets collectifs.

Incomplétude du marché du crédit

Lorsqu'il est question d'investissement des ménages, la question du moyen de financement n'est pas primordiale dans les pays industrialisés. Il existe en effet un marché du crédit développé qui permet aux individus de trouver un format d'emprunt correspondant à leurs ressources. Ceci est évidemment, comme dans le paragraphe précédent, une hypothèse que nous faisons pour marquer de façon

⁷⁶ *ibid*, p. 250.

précise la différence avec les pays en développement, où les ménages sont confrontés à un problème majeur : celui de trouver un moyen de financement sûr et adapté pour faire face aux besoins d'investissements que représentent par exemple que la construction de latrines, d'un puits ou le raccordement au réseau d'alimentation en eau potable. Dans les différentes études sur ce style d'aménagement, l'épargne est alors souvent choisie (92% des individus améliorant leur système d'assainissement à Ouagadougou, Draft for discussion, 1999 ; 72% des enquêtés répondant dans notre étude à Bobo Dioulasso, 1998), bien qu'étant plus contraignante que l'emprunt : elle repousse l'investissement dans le temps et « nombreux sont les enquêtés qui émettent des doutes sur leur capacité à conserver sur une longue période le produit de leur épargne »⁷⁷.

Cette difficulté d'accès au crédit des populations est due, si on s'en tient aux analyses néo-institutionnelles, à l'importance des coûts de transactions sur le marché du crédit dans ces pays. C'est en tous cas l'hypothèse retenue dans les travaux sur Ouagadougou : « *Households had extremely limited recourse to credit, which can be explained by a number of factors, in particular the many dimensions of transaction costs* » (Draft for discussion, p23). Ces coûts sont ici essentiellement des frais de gestion et des coûts d'information asymétriques que l'on regroupe généralement dans les concepts d'*aléa moral* et de *sélection adverse*. Dans ce contexte plusieurs auteurs dont Stiglitz et Weiss (American Economic Review, 1981) ont montré que certains marchés du crédit pouvaient ne pas émerger et c'est ce que nous pouvons observer concernant les prêts aux populations à faible revenu : « *Il est vrai aussi, qu'il n'existe pas de système de crédit bancaire adapté à de petits prêts* » (Couret et al., p39).

Cette réflexion sur les moyens de financement est indispensable pour mener une enquête de consentement à payer dans un pays en développement sur un bien ou un service demandant un effort d'investissement. La question doit effectivement être adaptée. Qu'elle soit ouverte ou fermée, elle doit préciser la base du paiement, mensuelle ou au comptant par exemple. Une proposition ne correspondant pas aux possibilités ou aux habitudes des enquêtés peut altérer dès le départ la validité des résultats. Des moyens de financement originaux et adaptés tels que les micro-crédits peuvent par ailleurs être proposés au cours de l'enquête afin d'observer le consentement à payer des agents face à un marché du crédit plus complet.

A ces caractéristiques institutionnelles et économiques particulières aux pays en développement, nous pourrions rajouter les problèmes d'imperfection de l'information des agents et de répartition des droits de propriétés entre les

⁷⁷ MOREL A L'HUISSIER A. «L'assainissement domestique : à quel prix ? Une étude de la volonté de payer des ménages à Bobo Dioulasso ». Office National de l'Eau et de l'Assainissement (Burkina Faso) – Banque mondiale. 1998. 156 pp + Annexes, page 53.

individus. Pour éviter les effets pénalisant de l'information incomplète des agents, il est possible d'utiliser des photos, dessins ou pièces de théâtres matérialisant le marché contingent. La meilleure méthode est cependant d'interroger les individus sur des améliorations de leur bien-être plutôt que sur des caractéristiques techniques. On évite ainsi les erreurs du type de celle de Altaf et Hugues à Ouagadougou où, pour des raisons de mauvaise compréhension des contraintes inhérentes aux latrines améliorées qui leur étaient proposées, les individus ont adopté lors de la matérialisation du projet la technique qu'ils avaient rejetée au cours de l'enquête.

Par ailleurs, les droits de propriété sont aussi à prendre en considération dans la construction de l'enquête. Ce problème peut se poser dans des configurations différentes : droits de propriété sur les terrains habités pour des aménagements tels que l'assainissement, droits de propriété sur l'environnement quand on veut évaluer le consentement à payer pour la préservation de forêts ou de parcs, droits de propriété sur les troupeaux pour des programmes de lutte contre la mouche tsé-tsé. Selon l'attribution de ces droits - qui ne sont pas toujours individualisés comme c'est souvent le cas dans les pays industrialisés - les réponses des enquêtés pourront être radicalement différentes. Il est donc indispensable d'en tenir compte pour avoir au final une révélation de la valeur crédible et fiable.

A COMPLETER (6 pages)

1.3.2. Pauvreté

Que l'objet des enquêtes-ménages porte sur l'approvisionnement en eau des pauvres ou sur l'assainissement de leur habitat, nous mobilisons ces techniques d'investigation dans le cadre de recherches s'inscrivant plus largement dans une problématique de pauvreté et d'inégalités dans l'accès aux services urbains.

Aux composantes technique (les modes d'approvisionnement en eau ou d'assainissement) et spatio-institutionnelle (interrelations acteurs/espaces) s'articule la composante socio-économique.

Indéniablement, certains critères socio-économiques caractérisant les ménages expliquent le fait qu'ils ne soient pas raccordés au réseau d'alimentation en eau potable ou ne disposent pas d'installation d'assainissement de leurs excréta et de leurs eaux usées. En particulier, la faiblesse des revenus ou l'absence de revenus réguliers peuvent être des facteurs limitants ou rédhibitoires vis-à-vis du coût du branchement ou des factures régulières à payer au service des eaux.

Toutefois, et c'est une hypothèse que les enquêtes-ménages prétendent valider, cette relation n'est pas linéaire et surtout pas forcément réversible. Plus on est « riche », plus on a de chances d'avoir un branchement à domicile ou une fosse septique. Sans doute, mais il est des pauvres qui sont raccordés et des riches qui ne le sont pas : comment l'expliquer, quels autres facteurs entrent en ligne de compte, peut-on déterminer un seuil socio-économique de solvabilité pour le service à domicile ? Inversement, puisque nous nous intéressons aux ménages non raccordés : peut-on caractériser un profil socio-économique de ces ménages et vérifier s'il diffère - et en quoi - de celui de ménages raccordés ?

Les ménages non raccordés utilisent, nécessairement, d'autres modes ou services pour leur alimentation en eau ou leur assainissement. Dans quelle mesure leur profil socio-économique est-il lié à l'utilisation des différentes sources d'eau, notamment le coût de l'eau aux différentes sources (monétaire ou non, lorsque telle source est gratuite pour l'utilisateur) est-il un facteur important dans le choix par les ménages d'utiliser ou non ces sources ? Peut-on observer une hiérarchie des sources utilisées qui suivrait la distribution de ce profil socio-économique, et qui correspondrait alors à un degré croissant de coût de chacune des sources (disponibilité, exhaure, traitement et acheminement éventuels aux points de consommation) et à sa traduction par un prix payé par l'utilisateur ? Sinon, quelle est la part des critères socio-économiques parmi d'autres critères de choix d'utilisation des différentes sources d'eau potentiellement disponibles, et quels sont ces autres critères ?

1.4. CONCEPTS ET METHODES DE LA STATISTIQUE

La construction d'un modèle peut emprunter plusieurs voies. Elle est cependant d'abord et avant tout conditionnée par les fins auxquelles est destiné le modèle. Ainsi, la stratégie d'élaboration d'un modèle est fonction de l'objectif scientifique ou opérationnel qu'on lui assigne.

Nos recherches sont orientées par trois grands types d'intérêts scientifiques : la description de la demande, l'explication de la demande et l'intervention pour y répondre. Aussi sollicitons-nous la démarche modélisatrice tour-à-tour à des fins descriptives, explicatives ou prédictives.

Dans les chapitres 1.4.2 et 1.4.3, nous décrivons brièvement les procédures d'élaboration de modèles auxquelles nous avons eu recours dans nos recherches ainsi que celles qui offrent des perspectives de développement prometteuses pour leur poursuite. Il ne faut perdre de vue que tant les procédures que le ou les modèles qui les utilisent peuvent se présenter aussi bien comme outils d'analyse que comme résultats ultimes à obtenir.

L'honnêteté nous commande de rappeler que l'exercice qui consiste à construire un modèle relève aussi bien de la science que de l'art... voire de l'empirisme. La sélection des variables est tantôt faite sur la base d'un jugement né de l'observation, tantôt sur la base d'un jugement statistique, ou parfois même à partir de critères assez arbitraires. Les modes de contrôle de certaines variables relèvent aussi bien du jugement scientifique du chercheur que de procédures clairement définies et reconnues comme les plus efficaces. Nous en verrons un exemple particulièrement illustratif ci-après dans le chapitre consacré à la mesure de la pauvreté⁷⁸.

Auparavant, nous allons nous attacher à décrire la méthodologie générale que nous avons appliquée au traitement des données d'enquêtes.

1.4.1. Méthodologie générale de traitement des données d'enquête

⁷⁸ Voir infra § 1.4.4 « La mesure de la pauvreté : principes d'élaboration d'un index » pages 68 et suivantes

Le dépouillement traditionnel des enquêtes, tel que le pratiquent encore la plupart des chercheurs ou chargés d'étude⁷⁹, met en œuvre des techniques simples, éprouvées et faciles à interpréter tels que tris à plat (calcul de pourcentages d'individus pour chaque modalité d'une variable *nominale* ou *qualitative*⁸⁰), tableaux croisés (c'est-à-dire *tris croisés* par rapport à des sous-échantillons d'une autre variable nominale⁸¹), calculs de moyennes de variables *numériques* ou quantitatives, qui peuvent elles aussi être ventilées selon les catégories d'une variable nominale⁸². Des méthodes statistiques plus élaborées viennent parfois compléter ces premiers résultats : régressions linéaire ou logistique (voir ci-après, chapitre ???), analyse de la variance (ANOVA) ou de la covariance (ANCOVA).

Cette démarche est caractéristique des recherches menées dans des domaines, comme l'épidémiologie médicale par exemple, où l'on n'en est plus à chercher à comprendre des phénomènes mais plutôt à vérifier des hypothèses de travail, à valider et à confirmer des comportements, voire à agir. Les enquêtes qui relèvent de cette démarche ne nécessitent alors qu'un questionnaire réduit avec, au plus, quelques dizaines de questions fortement structurées et un plan de sondage conçu comme un véritable plan d'expérience. Dans le cadre de nos recherches, la complexité des logiques comportementales à l'œuvre, le grand nombre d'interactions possibles entre les variables et la relative ignorance dans laquelle nous laisse le peu d'études exploratrices documentées dans la littérature rendent cette démarche non seulement obsolète mais aussi peu « lisible » et par conséquent dangereuse.

En premier lieu, en effet, on aimerait croiser toutes les caractéristiques socio-économiques et démographiques susceptibles d'avoir une influence sur la demande domestique en eau ou en assainissement, de façon à étudier des groupes d'individus ou de ménages tout-à-fait comparables entre eux du point de vue de leur situation objective, c'est-à-dire de réaliser, dans la mesure du possible, le « toutes choses égales par ailleurs ».

A priori, ces variables comprennent notamment :

1. l'âge, en tant que facteur de résistance à l'innovation ;
2. le genre, du fait de la division du travail domestique et la dévolution aux femmes des tâches de collecte de l'eau et d'assainissement de l'habitat ;

⁷⁹ Y compris, soulignons-le, les statisticiens.

⁸⁰ Par exemple, la variable « genre » a deux modalités : *homme* et *femme*.

⁸¹ Par exemple : pourcentage de « satisfaits » et d'« insatisfaits » parmi les hommes et parmi les femmes.

⁸² Par extension, comme entre deux variables nominales, on parlera encore de tri croisé dans ce cas, mais entre une variable quantitative et une variable nominale.

3. la catégorie socio-professionnelle (ou *CSP*) ou le revenu, pour des raisons économétriques rappelés précédemment⁸³ ;
4. l'ancienneté d'occupation, en ville notamment, pour des raisons d'intégration sociale et de modes de représentation de la « modernité » et de « l'urbanité » ;
5. le statut familial et le statut d'occupation, pour des raisons d'autonomie dans la prise de décision ;
6. la taille du ménage, pour des raisons évidentes de besoins quantitatifs en eau.

Mais de tels croisements conduisent vite à des centaines de modalités, dont on ne sait que faire lorsqu'on étudie un échantillon lui-même de l'ordre de quelques centaines d'individus, comme c'est typiquement le cas des enquêtes que nous avons menées ou, plus généralement, de celles menées dans le cadre des études préalables du secteur AEPA.

En second lieu, ces variables dépendent souvent les unes des autres. **Il est dès lors très risqué de tirer des conclusions d'une série de croisements deux-à-deux de ces variables car les croisements ne tiennent pas compte du réseau d'interrelations existant entre elles** : certaines sont certes évidentes (par exemple, il n'y a pas de « moins de 40 ans » retraités), d'autres sont également connues a priori avec cependant des exceptions (il y a peu d'étudiants veufs ou de femmes chefs de ménage), d'autres enfin ont un caractère plus statistique (il y a plus de femmes que d'hommes dans la catégorie « plus de 65 ans »). Les consultations des tableaux de croisements sont alors non seulement redondantes mais masquent aussi certaines interactions entre variables.

Les techniques d'analyse des données, encore appelées ***analyses descriptives multidimensionnelles***⁸⁴, modifient profondément les premières phases du traitement des données d'enquête. Leur mobilisation, désormais permise par les progrès réalisés tant dans les algorithmes mis au point par les chercheurs en statistique⁸⁵ que dans la puissance et les moyens de calcul numérique, bouleverse l'enchaînement des tâches et aboutit à la définition d'une méthodologie nouvelle.

⁸³ Voir supra § « Concepts et méthodes de l'économie », pages 26 et suivantes.

⁸⁴ LEBART L., MORINEAU A. et PIRON M. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Dunod Paris. 1995.

⁸⁵ Les ouvrages de référence offrant une description récente de ces techniques sont les suivants : AGRESTI A. *Categorical Data Analysis*, Wiley Interscience, New York. 1994 ; LEBART L., MORINEAU A. et PIRON M. *Statistique Exploratoire Multidimensionnelle*, Dunod, Paris, 1995.

Cette méthodologie, que nous allons expliciter, est celle que nous appliquons de façon systématique dans les recherches que nous avons menées depuis 1997. Elle est décrite dans l'ouvrage collectif publié par Grangé et Lebart en 1994⁸⁶.

Dans le cadre de cette méthodologie, les étapes du traitement des données d'enquêtes sont, brièvement, les suivantes :

1. **Descriptions élémentaires** : tris à plat, histogrammes, calculs de statistiques élémentaires, moyennes, écarts-types, valeurs extrêmes, quantiles. Retour éventuel aux données de base pour une nouvelle saisie partielle ou pour des corrections.
2. **Epreuves de cohérence globale et épreuves d'hypothèses larges**⁸⁷ : structuration des données, typologies, sélection de tableaux croisés.
3. **Epreuves d'hypothèses classiques** : tests statistiques usuels, régression, discrimination, analyses de la variance, modèles log-linéaires, etc.
4. **Conclusions** : critique de l'information de base : lacunes dans le choix des variables, déséquilibre de l'échantillon ou du champ d'observation, biais ou erreurs. Choix de modèles, énoncés des résultats, rejets d'hypothèses, suggestions de nouvelles hypothèses.

Les deux premières étapes ont essentiellement une visée descriptive. Les descriptions élémentaires (1^{ère} étape) n'appellent pas ici de développements particuliers. Les outils mobilisés pour les épreuves de cohérence globale et d'hypothèses larges (2^{ème} étape), moins connus, font l'objet de quelques précisions dans le chapitre ci-après (1.4.2).

En les replaçant dans le contexte de nos problématiques, le chapitre suivant (1.4.3) présentera brièvement les techniques auxquelles nous avons recours pour assumer les tâches de la troisième étape, qui correspond à la modélisation à des fins explicatives voire prédictives.

Rappelons auparavant comment se définissent et se distinguent ces deux démarches de la modélisation. La démarche explicative est celle qui doit permettre de confirmer ou d'infirmar une hypothèse précise. L'analyse des données générées par une telle étude suppose l'examen minutieux d'une association entre une variable de décision bien identifiée (par exemple le prix du service, la densité des points d'eau collectifs, etc.) et le service ou bien d'équipement. Certaines hypothèses secondaires, celles portant sur des interactions spécifiques ou sur le rôle modifiant de certains tiers facteurs avec l'exposition principale, peuvent se greffer à l'hypothèse centrale. Tous les

⁸⁶ BURTSCHY B. et al. *Traitements statistiques des enquêtes*, Dunod, Paris, 1994.

⁸⁷ Par hypothèses larges, on entend des hypothèses générales permises par les nouveaux outils de description multidimensionnelle.

autres facteurs, jugés potentiellement confondants, pourront être retenus s'ils sont jugés porteurs de tels effets.

Bien qu'il ne soit pas le seul critère à partir duquel on juge le rejet ou le non rejet d'une hypothèse, le test statistique peut jouer ici son rôle plus conventionnel d'outil de décision : rejet ou non de l'hypothèse.

En l'absence d'étude sur l'interaction ou la modification de certains facteurs, le modèle le plus souhaitable est à la limite celui qui ne contient que la seule variable de décision.

La démarche prédictive est celle qui doit conduire à l'élaboration d'instruments de prédiction de l'événement. Sur la base d'un ensemble de facteurs ou de caractéristiques, indicateurs ou facteurs de la demande, un tel instrument devrait permettre de mesurer la probabilité que l'événement se produise. À partir d'un « bassin » de variables constitué, une sélection des facteurs les plus pertinents et les plus discriminants doit être faite. Ces facteurs sélectionnés serviront alors à l'élaboration de l'instrument de prédiction. La plupart des outils d'analyse mentionnés ci-après (régression linéaire multivariée, régression PLS, régression logistique, analyse discriminante) peuvent aussi bien servir comme outil de sélection des variables – elles sont alors mobilisées en tant qu'approches descriptives – que comme instrument de prédiction.

1.4.2. L'exploration structurée des données

Un objectif : suggérer des hypothèses d'associations entre variables

Dans nos recherches, les études descriptives permettent essentiellement de déterminer les facteurs de segmentation de la demande, c'est-à-dire les facteurs déterminants les choix et les préférences des populations en matière de services d'approvisionnement en eau et d'assainissement.

Dans un tel contexte, on dispose d'une base de données d'enquêtes comportant un certain nombre d'observations sur plusieurs variables, certaines décrivant un bien ou un service (possédé ou non ou bien utilisé ou non par chaque ménage enquêté). Le chercheur peut décider d'aller à la pêche aux hypothèses ; il peut vouloir inspecter ces données pour retrouver les variables ou facteurs qui sont les plus fortement associés au service ou bien d'équipement considéré. Il décide alors d'entreprendre une analyse qui le conduise à un modèle décrivant le choix, le comportement ou la consommation effectifs des individus de la meilleure façon possible.

Rappelons que dans un tel contexte, l'étude a comme rôle de suggérer des hypothèses plutôt que de les confirmer. Les données qui ont servi à générer une hypothèse ne peuvent pas servir à la confirmer ou à l'infirmier. De ce point de vue, le test statistique conventionnel n'a pas vraiment sa place. Les valeurs-test calculées dans un contexte exploratoire ne sauraient être considérées autrement que de simples mesures du degré de vraisemblance des hypothèses.

Dans la méthodologie générale décrite au § 1.4.1, l'analyse factorielle des correspondances multiples (ou ACM), combinée avec les techniques de classification (typologie) est l'outil élémentaire d'analyse exploratoire.

L'analyse factorielle des correspondances multiples

Le nombre élevé de variables et la nécessité de les analyser rapidement sont, dans un premier temps, un obstacle à une modélisation fine. En premier lieu, on ne se pose qu'un problème de repérage global des liaisons grossières entre les variables étudiées. Lorsque les observations sont décrites par de nombreuses variables qualitatives, la technique de l'analyse des correspondances multiples (ACM) s'impose⁸⁸. Cette technique, fondée sur le même principe que l'analyse en composantes principales (ACP)⁸⁹, fournit une suite de « photos » des modalités de ces variables, où celles-ci sont positionnées les unes par rapport aux autres en fonction de la fréquence de leur co-occurrence dans la population des individus. La mesure de la distance entre les points représentatifs des modalités est fondée sur celle du Chi-deux. Dans le cas de nos enquêtes, on a à faire à la fois à des variables qualitatives (par exemple le genre, le statut d'occupation, la catégorie socioprofessionnelle, etc.) et à des variables quantitatives (par exemple l'âge, l'ancienneté d'occupation, l'index de revenus, etc.). On se ramène au domaine d'application de l'ACM en découpant le domaine de chaque variable numérique en

⁸⁸ Rappelons en effet que l'analyse des composantes principales exige des variables numériques. Or, la plupart des variables exogènes que nous considérons sont catégorielles. Dans la mesure où les variables numériques peuvent être transformées en catégorielles (classes) alors que le contraire est impossible, l'ACM est donc plus adapté à l'exploration des relations de proximité entre nos données que l'ACP.

⁸⁹ Le tableau avec les individus en lignes et les variables en colonnes est converti en une matrice de Burt, c'est-à-dire un simple tableau de tri croisé comportant en lignes les différentes questions et en colonnes les mêmes variables. L'ACM, qui est une adaptation de l'analyse des correspondances simples, se fait sur cette matrice carrée symétrique.

quelques tranches⁹⁰, recodant ces variables en variables qualitatives ordinales (classes). On procède alors à l'ACM de l'ensemble des variables⁹¹.

A titre d'exemple, l'enquête-ménage que nous avons administrée en 1997 sur un échantillon représentatif de 522 ménages dans le cadre des études préalables du Plan Stratégique d'Assainissement de la ville de Bobo Dioulasso (Burkina Faso) comprenait ainsi plusieurs questions destinées à recueillir les caractéristiques socio-économiques et démographiques de la population. La Figure 1 est la représentation graphique des projections de quelques-unes de ces variables dans le plan principal de l'ACM⁹² : la pauvreté du ménage (mesurée par un index, noté de façon abrégée IP⁹³), le niveau de scolarité le plus haut atteint par un membre du ménage (4 modalités : sans ou école coranique / primaire / secondaire / supérieur), le nombre de femmes adultes (de plus de 15 ans) dans le ménage (3 classes : 0 ou 1 / 2 / 3 ou plus), le statut d'occupation du ménage (3 modalités : hébergé gratuitement / locataire / propriétaire), enfin le fait qu'un membre du ménage soit salarié (ou retraité).

⁹⁰ S'agissant de l'index de revenus, la discrétisation se fonde sur les quintiles de distribution (voir infra, 1.4.4 « *La mesure de la pauvreté : principes d'élaboration d'un index* », pages 68 et suivantes).

⁹¹ Pour les variables quantitatives, l'ACM a un autre avantage par rapport à l'ACP : celui de repérer des liaisons non linéaires entre variables.

⁹² Le plan principal de l'ACM est celui constitué par les deux premiers axes factoriels.

⁹³ La principe de sa construction est détaillé plus loin, au chapitre 1.4.4 « *La mesure de la pauvreté : principes d'élaboration d'un index* », pages 68 et suivantes.

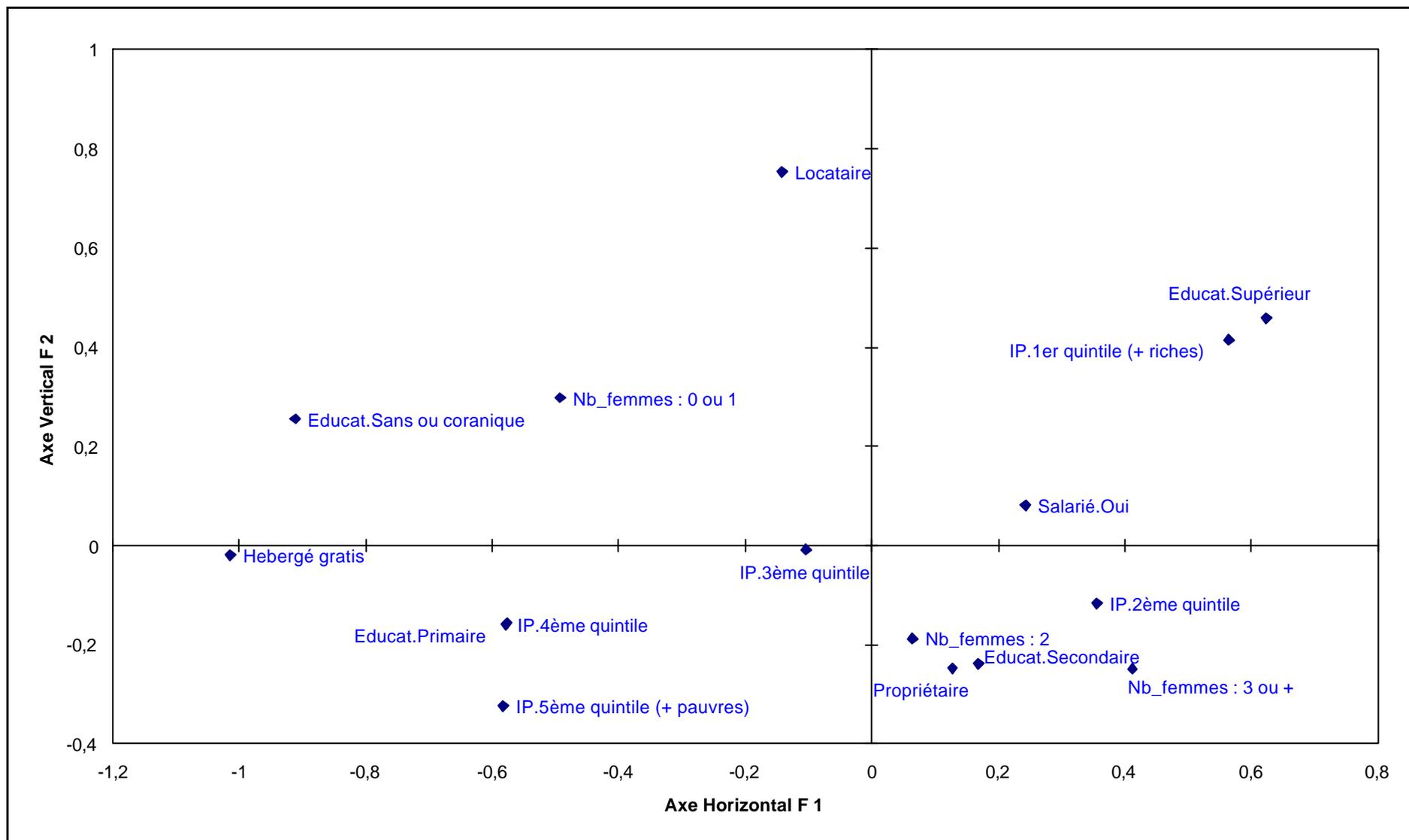


Figure 1 : Mapping de l'ACM des caractéristiques des ménages de Bobo Dioulasso

Chacune de leurs modalités constitue un point sur cette représentation, appelée *mapping*. On remarque ainsi que :

- Le premier axe principal (F1, horizontal) correspond à des revenus croissants (IP décroissant), ainsi qu'à un niveau d'éducation et à un nombre de femmes également croissants ;
- Le second axe principal (F2, horizontal) marque surtout une opposition entre locataires (au-dessus de l'axe F1) et propriétaires (en-dessous).

En fait, l'interprétation correcte des axes factoriels suppose d'examiner les contributions de chaque modalité à leur formation. Appliquée à notre exemple, cette précaution montre qu'en fait :

- L'axe F1 oppose surtout :
 - les 40 % des ménages les plus pauvres (IP4 et IP5), hébergés gratuits, associés à un niveau d'éducation bas (sans ou coranique ou primaire), et composés au plus d'une seule femme (à gauche de F2) ;
 - aux 20 % les plus riches (IP1), auxquels sont associés un haut niveau d'éducation (supérieur) ainsi qu'un emploi salarié et comptant au moins trois femmes (à droite de F2).
- L'axe F2 oppose surtout :
 - des ménages propriétaires, secondairement associés à un nombre de femmes élevé (3 ou plus) et un niveau d'éducation secondaire (en-dessous de F1) ;
 - à des ménages locataires, instruits (niveau d'éducation supérieur), aisés (IP1) et monogames.

Pour ne pas alourdir le corps du texte, l'interprétation que nous faisons dans les nombreuses ACM figurant dans le présent rapport de recherche intègre l'enseignement tiré de ces contributions. L'interprétation se réfère également de façon systématique au pourcentage d'inertie (c'est-à-dire à la part de variance totale) expliquée par chacun des axes factoriels⁹⁴.

La typologie et la notion de noyaux factuels

⁹⁴ Le nombre d'axes à retenir est un problème délicat qui n'a pas de solution rigoureuse. S'il est souhaitable d'avoir beaucoup d'inertie expliquée sur un sous-espace, cette valeur doit tenir compte du nombre de variables. Avoir 50 % d'inertie expliquée sur les deux premiers axes factoriels n'a ainsi pas le même sens selon que l'on a 5 ou 50 variables au départ. Le critère que nous utilisons est celui, classique, du « coude », ou critère de Catell, qui consiste à détecter un ralentissement dans la décroissance des valeurs propres : au-delà de ce « coude », si les valeurs propres diffèrent peu entre elles, il n'y a plus que du bruit (SAPORTA G. « Notions sur les méthodes factorielles » In BURTSCHY B. et al. *Traitements statistiques des enquêtes*, Dunod, Paris, 1994).

La typologie permet de définir des groupes d'individus les plus homogènes possibles vis-à-vis de leurs caractéristiques de base ou de toutes autres variables les décrivant⁹⁵ (ce qu'on appelle des « *noyaux factuels* »).

Fondée sur un algorithme de partitionnement (K-means ou *moyennes mobiles*), cette technique impose de définir au préalable un nombre N de groupes (types) donné puis fournit un regroupement des individus en N groupes de variance intra-groupe la plus petite possible (ce qui signifie que les individus regroupés sont les plus proches possible du point de vue de leurs caractéristiques) et de variance intergroupe la plus grande possible (les groupes sont les plus différents possible)⁹⁶.

Lorsque, après plusieurs itérations, les résultats convergent en décrivant à peu près les mêmes groupes, on peut considérer que la solution obtenue est stable et la typologie pertinente. Si l'on obtient au contraire à chaque itération des groupes très différents, il est nécessaire soit de changer le nombre de groupes, soit de reconsidérer le choix des variables actives. On comprend qu'en pratique, une fois que l'on a choisi un certain nombre de variables, l'interprétation de la représentation graphique de l'ACM de ces variables est d'une aide considérable pour définir le nombre de groupes. Par ailleurs, même si la typologie exige des variables numériques, rien n'empêche d'effectuer une typologie sur des caractères qualitatifs en choisissant pour variables non pas les caractères eux-mêmes mais les scores factoriels des individus (c'est-à-dire leurs coordonnées sur les facteurs de l'ACM).

Reprenons à titre d'exemple le cas de Bobo Dioulasso. De la lecture et de l'interprétation du mapping de la Figure 1, il semble se dégager trois groupes relativement homogènes de ménages vis-à-vis des cinq caractéristiques socio-économiques et démographiques retenues (voir ellipses représentées sur la Figure 2):

1. un groupe, situé dans le quart nord-est du mapping, constitué de ménages aisés (IP1), salariés, d'un haut niveau d'éducation et surtout locataires ;
2. un groupe, situé dans le quart sud-est du mapping, constitué de ménages propriétaires, d'un niveau de revenus moyen à supérieur (IP2 surtout), d'éducation secondaire et comptant deux, trois femmes ou davantage ;

⁹⁵ On trouvera ainsi dans le chapitre 3 une typologie des modes d'assainissement des excreta, fondée sur les réponses des ménages aux questions leur demandant de décrire leurs installations

⁹⁶ La typologie suppose que l'on fixe a priori le nombre de groupes, c'est-à-dire que l'on connaît le nombre de classes d'une « bonne » partition. Cette indication peut être fournie par une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) préliminaire.

3. un groupe, situé à gauche de l'axe F2, composé de ménages plutôt pauvres (IP4 et IP5 surtout), peu instruits, souvent hébergés gratuitement, comprenant au plus une femme.

Une typologie en trois groupes sur les scores factoriels de cette ACM est effectivement stable. On reprend alors l'ACM en ajoutant comme variable passive⁹⁷ le type, qui est une nouvelle variable catégorielle à trois modalités. La projection de ces dernières sur le plan principal est représentée sur la Figure 2 et se situe par construction au barycentre de la projection du nuage du groupe.

Pour décrire statistiquement les groupes issus de la typologie, il ne reste plus qu'à effectuer les tris croisés entre la variable type et les variables d'origine ayant servi à la construire.

Cette démarche est reproduite à plusieurs reprises dans le processus de traitement des données de nos enquêtes et l'on en trouvera de multiples exemples dans les chapitres suivants, dès lors que l'on s'intéresse à un thème particulier de l'enquête⁹⁸.

Le tableau croisant une des variables nominales de l'enquête avec la partition en noyaux factuels résume pratiquement tous les tableaux obtenus en croisant cette même variable avec chacune des caractéristiques de base. De plus, certaines interactions indécélables à partir des tableaux binaires peuvent être détectées.

⁹⁷ Cf infra § « Le défrichage de l'inférence » page 62.

⁹⁸ Par exemple dans les § 2.1.3. et 2.1.4. pour la caractérisation des dispositifs d'assainissement autonome des excréta.

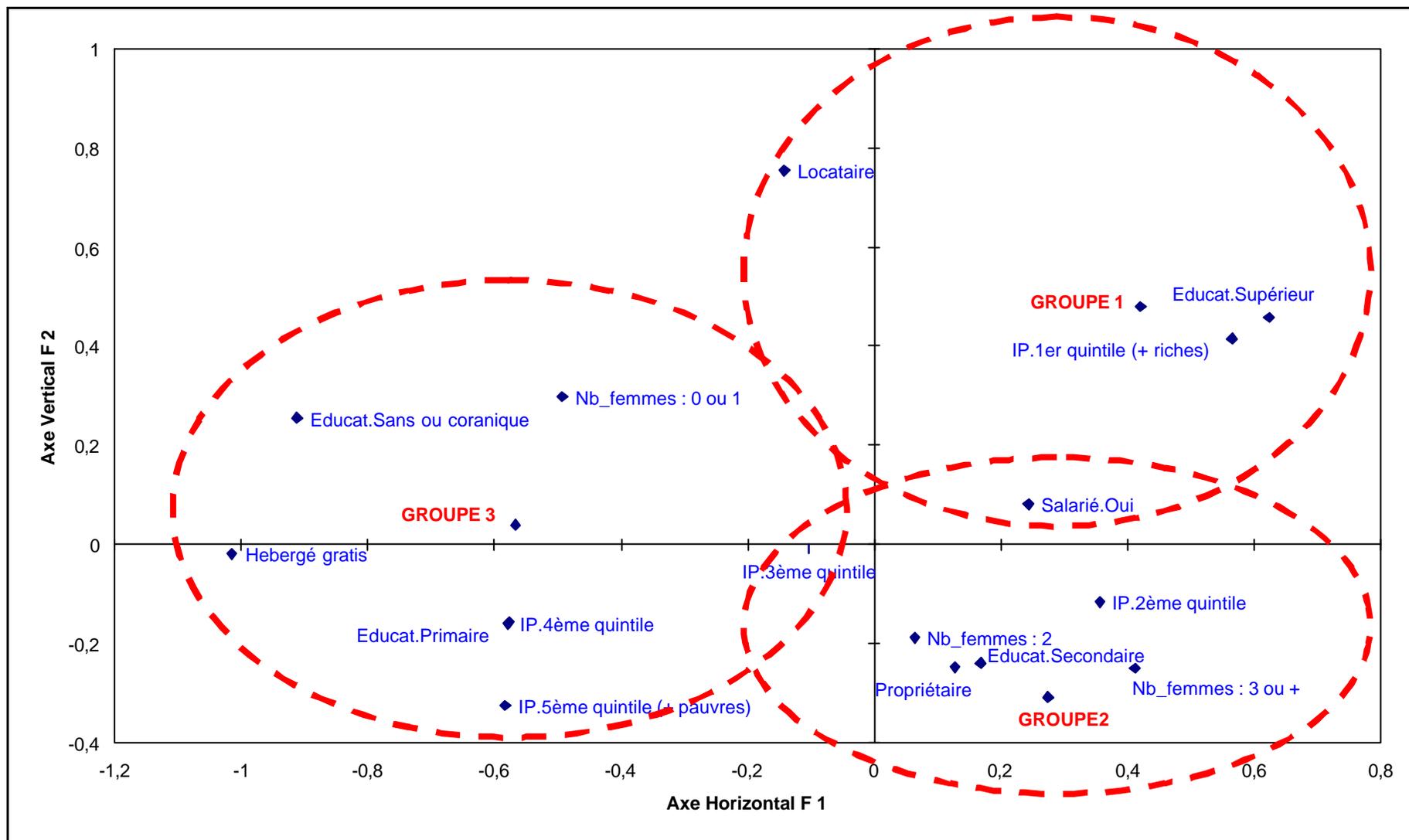


Figure 2 : Mapping de l'ACM des caractéristiques des ménages de Bobo Dioulasso avec projection des groupes issus de la typologie sur les facteurs

Le défrichage de l'inférence

Dans l'analyse factorielle, la distinction entre variables actives et passives permet déjà de construire un modèle, voisin de la régression linéaire multiple. Les variables actives, qui participent à la définition des facteurs, définissent dans leur ensemble un sous-espace explicatif, sur lequel viennent se positionner (une par une) les variables à expliquer, qui sont les variables dites *illustratives* ou *passives*⁹⁹. L'explication d'une ou d'un ensemble de variables par d'autres peut donc être explorée par les techniques d'analyse des données. Des hypothèses concernant les liens de causalité entre variables ou modalités peuvent être formulées.

Ce mode d'articulation description - inférence peut être illustrée à partir de l'exemple précédent : la Figure 3 reprend la représentation graphique, sur le plan principal, de l'ACM des caractéristiques des ménages de Bobo Dioulasso¹⁰⁰, sur laquelle se rajoute la projection des modalités de leur approvisionnement en eau potable (variables passives). Leur position, par rapport aux modalités des variables actives, permet ici de formuler des hypothèses assez fortes sur les critères de segmentation de la demande en branchements particuliers, moins nettes sur ceux de la demande en service de livraison à domicile par portage. Pour les autres modes d'approvisionnement, les projections étaient si proches qu'on les a confondues en un point unique (BF ou puits). Il faudrait alors visualiser les projections sur d'autres plans factoriels pour dégager des hypothèses crédibles de segmentation de la demande pour ces autres services.

Cependant, on souhaite généralement aller plus loin et mesurer l'effet d'une variable exogène sur la demande ou sur la satisfaction. C'est ce que permettent les modèles linéaires, log-linéaires ou PLS présentés dans le chapitre suivant.

⁹⁹ LEBART L. « Les enquêtes et la statistique » In BURTSCHY B. et al. *Traitements statistiques des enquêtes*. Dunod. Paris. 1994. Page 17.

¹⁰⁰ Voir supra, § « L'analyse factorielle des correspondances multiples », page 55.

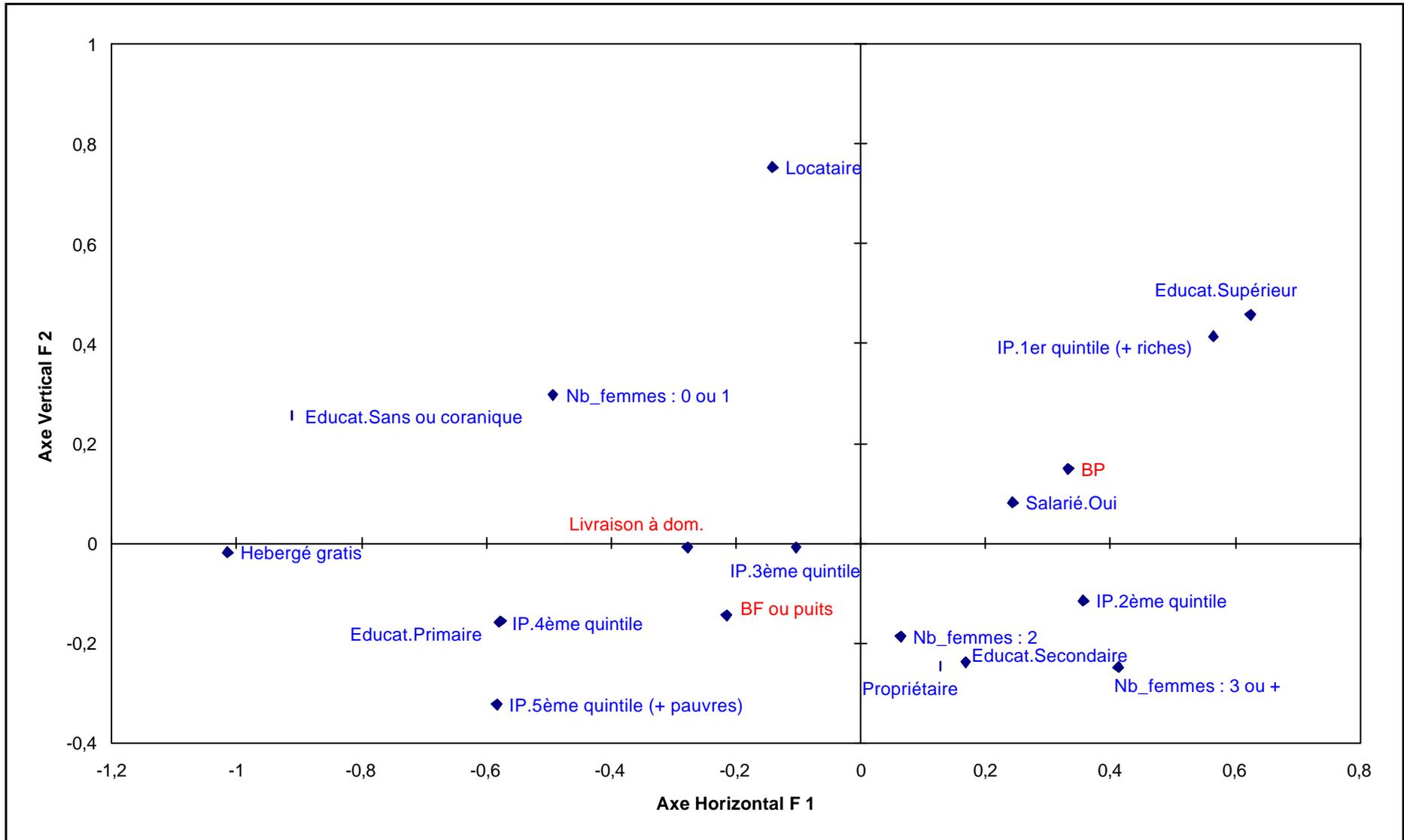


Figure 3 : Mapping de l'ACM des caractéristiques des ménages de Bobo Dioulasso avec projection des modalités d'AEP en variables passives

1.4.3. La modélisation de la demande à des fins explicatives

Les techniques de modélisation d'une variable Y caractéristique de la demande – au sens large – dépendent de la nature de Y. Nous distinguerons donc trois cas :

1. Y quantitative : cas du consentement à payer ou de la consommation ;
2. Y nominale : cas des modes d'approvisionnement en eau ou d'assainissement effectivement utilisés (les *préférences révélées* selon les économistes) ou choisis en situation contingente (les *préférences exprimées* lorsque le service est hypothétique c'est-à-dire n'existe pas encore) ;
3. Y ordinale : cas des opinions mesurées sur une échelle de valeurs numériques, en particulier la satisfaction ou l'appréciation portée par les usagers enquêtés sur un certain nombre d'attributs des services (distance à parcourir jusqu'au point d'eau collectif, temps d'attente pour être servi à ce dernier, prix de vente unitaire et qualité de l'eau, gestion du service).

Notons cependant :

- Que les variables quantitatives peuvent être traitées selon les techniques de modélisation applicables aux variables nominales ou ordinales après recodage, c'est-à-dire transformation en classes. Il s'agit même d'un mode de traitement qui s'impose dans le cas où le consentement à payer est mesuré par un « *jeu d'enchères* » dans le questionnaire¹⁰¹ ;
- Que les variables d'opinion sont souvent traitées dans la littérature selon les méthodes applicables aux variables quantitatives. Cette approche, tentante lorsque l'échelle de mesure est suffisamment fine, par exemple de cinq degrés ou plus, n'est pas celle que nous avons adoptée. Avec trois degrés seulement d'appréciation dans nos questionnaires (dont le degré médian correspondant à une appréciation moyenne, masquant souvent une absence de jugement tranché), les opinions ont été préférentiellement traitées dans nos recherches comme des variables binaires disjonctives (satisfait : oui ou non), selon les techniques applicables aux variables nominales.

¹⁰¹ Voir chapitre 4.1.2. « La méthode d'élicitation du consentement à payer ».

Régression sur les facteurs de l'ACM et régression PLS

Le consentement à payer et la consommation sont des variables numériques¹⁰². A priori, les variables susceptibles d'expliquer l'une ou l'autre de ces composantes de la demande ne sont pas toutes numériques. Si elles ne sont au plus que deux, on procède à l'analyse de variance (couramment appelée « ANOVA »)¹⁰³.

Dans le cas le plus général, elles sont plus nombreuses et l'utilisation de l'ANOVA devient alors fastidieuse, compte-tenu de toutes les interactions possibles, qu'il faut bien tester dans un modèle complet puisque les variables « explicatives » sont généralement autocorrélées. Il devient alors trop difficile de contrôler l'indépendance des variables explicatives.

Nous adoptons donc une façon plus efficace de procéder, qui consiste à faire la régression multiple de Y sur les facteurs de l'ACM¹⁰⁴ :

1. On procède d'abord à l'analyse factorielle des composantes multiples sur l'ensemble des variables susceptibles d'expliquer Y, après transformation préalable des éventuelles variables numériques en classes ordinales, et l'on en conserve les facteurs. Ceux-ci synthétisent en effet efficacement la variabilité des caractères dont ils sont issus (par combinaison linéaire). Mais ils ont deux avantages par rapport aux variables d'origine : ce sont des variables quantitatives (ce que ne sont pas en général les premières, ainsi qu'on l'a déjà souligné), et elles sont décorréélées entre elles ;
2. On utilise ensuite opportunément ces facteurs comme nouvelles variables explicatives pour la régression linéaire multiple de Y.

¹⁰² Dans la suite du paragraphe, on désignera par Y l'une ou l'autre, soit la variable à expliquer.

¹⁰³ L'analyse de variance à un facteur calcule la moyenne de Y quantitative pour chaque classe correspondant à une modalité de X (la différence entre cette moyenne et la moyenne globale est l'effet de la modalité sur Y). Elle calcule ensuite la dispersion (variance) entre les moyennes des classes, ainsi que la dispersion moyenne de Y à l'intérieur des classes. Le rapport de la première à la seconde de ces deux dispersions est utilisé comme indicateur de liaison et un test statistique (test de Fischer) permet de dire s'il a une valeur significativement élevée. Par souci de rigueur, la valeur de ce test et de la probabilité qui lui est associée sont systématiquement annoncées dans nos rapports de recherche ainsi que dans le présent rapport, soit dans le corps du texte soit en note de bas de page. Lorsqu'il est simplement mentionné dans le corps du texte que « *les différences sont significatives* », il faut alors comprendre que la probabilité associée au test de Fischer est inférieure à 0,05. Le seuil de confiance que nous retenons dans nos recherches pour l'ensemble des tests statistiques est en effet de 95 %. Ce seuil peut paraître peu exigeant aux yeux des chercheurs en sciences de la nature ou en génie industriel mais il s'agit d'une valeur habituelle dans les recherches en sciences humaines.

¹⁰⁴ Voir supra, § « *L'analyse factorielle des correspondances multiples* », pages 55 et suivantes.

Cependant, en toute rigueur, cette technique n'est envisageable qu'à titre exploratoire : les effets d'interaction non additive ne pouvant être dépistés¹⁰⁵, elle ne fournit pas en effet de véritable modèle explicatif.

Une alternative plus satisfaisante consiste à :

1. Faire l'ACM préliminaire des variables susceptibles d'expliquer Y, en projetant dans l'espace des variables les classes de Y en tant que variables passives ;
2. Interpréter le mapping de l'ACM et sélectionner de « bonnes » variables explicatives parmi les variables d'origine, c'est-à-dire un nombre réduit de variables ou de modalités à la fois pertinentes pour l'analyse de Y et proches des projections de Y ;
3. On utilise alors les variables sélectionnées (ou les modalités sélectionnées, en les considérant comme variables binaires oui/non) comme régresseurs pour la modélisation linéaire multiple de Y.

Nous utilisons volontiers une troisième alternative, proche de la première technique dans son principe¹⁰⁶, la régression aux moindres carrés partiels ou régression PLS. Celle-ci n'accepte, comme la régression multiple aux moindres carrés ordinaires, que des variables explicatives quantitatives¹⁰⁷, mais permet de s'affranchir des limites de cette dernière. En particulier :

1. Les variables explicatives peuvent être très corrélées entre elles. Nous avons vu précédemment que la régression sur les facteurs de l'ACM le permet également ; cependant, les axes factoriels ne sont pas a priori orientés vers l'explication de Y, alors que les facteurs de régression PLS le sont par construction¹⁰⁸.
2. La régression PLS permet d'isoler le bruit dans le modèle ;
3. Le nombre d'observations peut être inférieur au nombre de variables explicatives ;
4. Elle accepte plusieurs variables à expliquer.

Les deux premiers atouts sont décisifs compte tenu de la spécificité des variables mesurées à travers nos enquêtes (très bruitées) et des

¹⁰⁵ En effet, les facteurs, obtenus par combinaisons linéaires des indicatrices des modalités des X, sont des sommes de fonctions quelconques de chaque variable explicative prise isolément et ne permettent donc pas d'explorer l'espace des fonctions quelconques de l'ensemble des caractères. Voir BRY X. *Analyses factorielles multiples*. Economica. Paris. 1996. page 40.

¹⁰⁶ TENENHAUS T. et MORINEAU A. *Les méthodes PLS - Symposium International PLS'99*. CISA - CERESTA. Paris. 1999.

¹⁰⁷ Ce qui impose de transformer au préalable chaque variable qualitative à n modalités en (n-1) variables binaires disjonctives indépendantes.

¹⁰⁸ BRY X., op.cité, pages 78 et 79.

interdépendances qui existent entre elles. Le quatrième peut être avantageux dans certaines circonstances. Dans un certain nombre d'enquêtes de consentement à payer notamment, telles que celle que nous avons menée à Bobo Dioulasso et à Moshi, les ménages enquêtés sont interrogés sur leur consentement à payer pour plusieurs services ou biens d'équipement qui ne s'excluent pas les uns les autres, pouvant leur apporter des avantages complémentaires et non exclusifs. Dans les enquêtes sus-mentionnées, par exemple, des latrines améliorées pour l'assainissement des excréta et un puisard pour les eaux usées. Puisque les consentements à payer expriment alors des bénéfices attendus qui peuvent se cumuler tout en restant soumis à la contrainte de revenus, la régression PLS permet alors de prendre en compte ces relations de dépendance entre les consentements à payer.

Segmentation et modélisation du choix et des préférences

Dans ce cas, où la variable à expliquer est catégorielle, les outils privilégiés sont l'analyse factorielle des correspondances simples (AFC), l'analyse discriminante et la modélisation MNL¹⁰⁹. Cette dernière, dans ses fondements théoriques et son application économétrique, a été exposée précédemment¹¹⁰.

Dans la recherche marketing, *l'analyse discriminante* est l'outil de référence pour la segmentation de la demande. Elle est classiquement décrite comme une technique permettant d'expliquer un « *diagnostic* » (une variable qualitative de classement, c'est-à-dire d'appartenance à un groupe) à partir de « *symptômes* » (un ensemble de variables quantitatives). Le principe de la méthode consiste à chercher la photographie des observations, dans l'espace des symptômes, qui sépare le mieux les groupes les uns des autres, autrement dit, à chercher les combinaisons (linéaires) des symptômes qui donnent la photographie où les groupes se démarquent le plus. Ces combinaisons sont donc les axes qui différencient le mieux les groupes. Ils sont appelés *facteurs discriminants*. Ils sont deux à deux décorrélés. Pour les interpréter, on représente les symptômes dans le plan des facteurs, à l'aide de leurs corrélations avec ces facteurs.

Les coefficients discriminants indiquent le poids des variables sur les différents axes. Sur un axe, plus un coefficient est élevé, plus la variable joue un rôle important dans l'identité de l'axe. En permettant ainsi d'évaluer le poids des variables dans la constitution de groupes, cette méthode (ces groupes peuvent être issus du programme de typologie).

¹⁰⁹ Voir supra, § « *La spécification des modèles de choix* » pages 34 et suivantes.

¹¹⁰ Voir supra, chapitre 1.2.4 « *La modélisation économétrique du choix des ménages* », en particulier pages 34 et suivantes.

Le programme édite les coefficients discriminants ainsi que leur significativité : un test de significativité est effectué globalement ainsi que pour chacun des axes factoriels. Une probabilité faible (inférieure à 0,05 par exemple) signifie que seul le hasard intervient très faiblement dans les résultats obtenus.

Un mapping représentant les observations (ou individus) par rapport aux axes factoriels permet une représentation graphique claire et compréhensive de l'analyse.

Elle permet également de classer une nouvelle observation (ou individu). En effet, les coefficients discriminants permettent aussi de prédire l'appartenance d'un individu à un groupe.

Modélisation des opinions et de la satisfaction

1.4.4. La mesure de la pauvreté : principes d'élaboration d'un index

La question posée est celle d'un outil de mesure permettant de classer les ménages en fonction des critères socio-économiques et palliant la difficulté de recueillir, à l'échelle des ménages, des données fiables ou directement utilisables sur les revenus ou les dépenses.

Les Etats ou les institutions internationales utilisent classiquement les seuils de pauvreté, absolus ou relatifs, nationaux ou ajustés selon une parité avec le dollar et calculés d'après les dépenses minimales nécessaires à un ménage pour satisfaire un certain nombre de besoins vitaux (en particulier en termes de suffisance alimentaire calculée en nombre de calories/jour). De plus en plus, des études relatives à la pauvreté, liées souvent à des programmes de réduction de cette dernière, préconisent des outils plus pertinents de mesure des inégalités et des pauvretés.

Dans la perspective de nos enquêtes-ménages, ces recherches nous sont d'une grande utilité, bien qu'elles soient toutes relatives à la construction d'indicateurs à l'échelle des pays ou des grandes régions, ainsi qu'à la comparaison et au suivi des inégalités. Elles suggèrent en effet d'une part les séries d'indicateurs ou de données brutes qu'il est utile d'agréger et d'autre part des méthodes d'agrégation en vue de construire un indicateur (ou *index*) global de pauvreté applicable à une population donnée que l'on peut ainsi stratifier en quantiles.

L'index devient ainsi une variable supplémentaire dans la base de données, que l'on peut croiser les autres variables du questionnaire ou utiliser, comme *proxy*, en tant que variable indicatrice des revenus, dans la modélisation économétrique de la demande.

Etapes de la construction. Adaptation d'une méthode de la Banque Mondiale

La méthode consiste à construire l'index en divisant la population en quintiles sur la base de la possession ou de l'absence de possession par chaque ménage d'un certain nombre de biens, ainsi que de leur accès à certains services¹¹¹.

Pour ce faire, la première étape consiste à choisir les variables à retenir pour l'analyse. Chacun de nos questionnaires d'enquête incluait des questions concernant la possession par le ménage d'un certain nombre de biens de consommation ou d'équipement, qui vont du ventilateur à l'automobile en passant par des caractéristiques de l'habitat telles que le type de revêtement du sol ou les matériaux de construction des murs et de la toiture.

Prenons l'exemple du questionnaire d'enquête-ménage que nous avons administré à Bobo Dioulasso (Burkina Faso).

La première colonne du tableau suivant (Tableau 7) liste l'ensemble des 25 variables retenues dans ce questionnaire en vue de construire l'index. A l'exception d'une seule (le nombre de personnes par pièce), toutes ces variables sont disjonctives (réponse de type oui/non) ou ont été recodées ainsi à partir de la formulation initiale de la question dans l'instrument d'enquête. Par exemple, à la question posée sur le système de chasse d'eau utilisé par le ménage dans ses toilettes correspondaient trois modalités de réponse possibles : automatique, manuelle ou aucun. Il en résulte trois variables parmi les 51 mobilisées dans notre indicateur : chasse d'eau automatique : oui / non, chasse d'eau manuelle : oui / non, pas de chasse d'eau : oui / non).

Notons qu'il est conseillé de retenir a priori un assez grand nombre de variables car cela accroît la variation inter-individuelle de la valeur de l'index et autorise une distribution plus régulière des ménages selon les quintiles.

La seconde étape consiste à effectuer l'analyse en composantes principales (ACP) des 25 variables retenues. Chaque « bien » domestique (c'est-à-dire chacune des 25 variables retenues) se voit affecter un poids correspondant au score factoriel de ce bien sur le premier facteur de l'ACP. Ce score factoriel

¹¹¹ FILMER D. and PRITCHETT L. *Estimating Wealth Effects without Expenditure Data - Or Tears: With an Application to Educational Enrollments in States of India*. World Bank Policy Research Working Paper n° 1994 (revised version, august 2000), 1998.

permet ensuite de calculer le score du ménage selon qu'il possède ou non le bien considéré, selon la relation suivante :

$$S(i, j) = \left(\frac{\text{valeur } j - \text{moyenne } j}{\text{écart - type } j} \right) \times \text{score factoriel } j$$

Où : $S(i, j)$ est le score du ménage i pour le bien j ;

Avec : Valeur j = 0 si le bien j est non possédé ou = 1 s'il est possédé

Moyenne j et écart-type j calculés sur la population de l'échantillon

Tableau 7 : Construction de l'index de pauvreté à Bobo Dioulasso

Bien	Moyenne	Ecart-type	Score factoriel	Score du ménage si	
				Bien possédé	Bien non possédé
Vélo	54,7%	0,680	-0,256	-0,170	0,206
Mobylette	67,3%	0,686	-0,441	-0,210	0,433
Voiture personnelle	14,1%	0,383	-0,606	-1,360	0,223
Radio-cassette	72,4%	0,678	-0,422	-0,172	0,450
TV N&B	14,6%	0,395	-0,092	-0,198	0,034
TV couleur	27,8%	0,547	-0,701	-0,926	0,356
Parcelle possédée hors habitation principale	28,9%	0,571	-0,406	-0,506	0,205
Bétail	22,6%	0,494	-0,192	-0,301	0,088
Nb de personnes par pièce	282,3%	2,539	0,102		
Matériaux construction habitat principal : Banco	19,0%	0,501	0,404	0,652	-0,153
Matériaux construction habitat princ. : Banco et enduit	13,7%	0,487	0,195	0,346	-0,055
Matériaux construction habitat princ. : Banco mélangé ciment	3,9%	0,214	0,062	0,280	-0,011
Matériaux de construction de l'habitat princ. : Briques en ciment	47,5%	0,546	-0,558	-0,536	0,485
Matériaux construction habitat princ. : Autre	15,6%	0,435	0,144	0,280	-0,052
Electricité	47,5%	0,633	-0,719	-0,596	0,540
Niveau de service AEP : Puits	13,5%	0,436	0,152	0,301	-0,047
Niveau de service AEP : BF ou achat	52,4%	0,629	0,586	0,444	-0,489
Niveau de service AEP : BP - 1 point d'eau	21,9%	0,520	-0,218	-0,328	0,092
Niveau de service AEP : BP - Plus d'1 point d'eau	12,0%	0,340	-0,726	-1,880	0,256
Pas de latrine	3,6%	0,205	0,157	0,739	-0,028
Latrine traditionnelle	76,4%	0,709	0,651	0,217	-0,701
Latrine à fosse revêtue	6,4%	0,264	-0,117	-0,414	0,028
WC à fosse septique	3,8%	0,172	-0,408	-2,284	0,090
Latrine(s) + WC à fosse septique	9,5%	0,290	-0,620	-1,936	0,203
Puisard eaux usées	51,9%	0,595	-0,581	-0,470	0,507

Le Tableau 7 indique pour chaque variable les données du calcul et son résultat : le score à affecter à chaque ménage selon qu'il possède ou non chacun des biens listés. La somme des scores constitue une note, attribuée à chaque ménage. Cette note constitue l'index de pauvreté. Grâce à cette nouvelle variable, il est possible de diviser l'échantillon en groupes de taille identique afin de classer les ménages en fonction de leurs possessions et de leur accès à certains services. Ceci constitue la troisième et dernière étape de la méthode de construction de l'index.

On choisit ainsi de classer la population en quintiles, soit 5 groupes égaux, pour observer la distribution de l'échantillon en fonction de ces 5 classes. Le premier quintile représente les 20% les plus riches de l'échantillon, tandis que le cinquième quintile représente les 20% les plus pauvres de l'échantillon.

Il est alors utile de présenter le pourcentage moyen et la ventilation dans chacun des quintiles de l'ensemble des biens et services constituant l'index. On peut ainsi observer, variable par variable, celles qui discriminent le mieux les ménages les plus riches des plus pauvres, selon leur distribution dans chaque quintile.

Tableau 8 : Ventilation des biens et services selon la pauvreté

	Index de pauvreté					Ensemble
	1 ^{er} quintile	2 ^{ème} quintile	3 ^{ème} quintile	4 ^{ème} quintile	5 ^{ème} quintile	
Vélo :	+++ 67,0%	. 61,3%	. 50,4%	. 60,2%	--- 35,0%	279 54,7%
Mobylette :	+++ 91,9%	+++ 81,3%	. 69,7%	- 60,2%	--- 36,1%	343 67,3%
Voiture personnelle :	+++ 52,9%	. 14,5%	--- 5,2%	--- 1,8%	--- 0,0%	72 14,2%
Radio-cassette :	+++ 94,5%	+++ 90,6%	. 74,6%	- 65,5%	--- 39,5%	369 72,4%
TV N&B :	. 18,6%	. 17,9%	++ 22,0%	. 14,5%	--- 1,3%	74 14,7%
TV couleur :	+++ 75,6%	+++ 59,6%	--- 9,1%	--- 0,0%	--- 0,0%	140 27,8%
Parcelle possédée hors habitation principale :	+++ 55,3%	++ 37,8%	. 28,9%	-- 19,1%	--- 6,5%	147 28,9%
Bétail :	++ 31,4%	+ 29,2%	. 22,7%	. 21,9%	--- 8,8%	115 22,6%
Nb de personnes par pièce	2,4	2,7	2,9	3,3	2,7	2,8
Matériaux habitat : Banco	--- 0,6%	--- 3,3%	-- 10,8%	. 21,5%	+++ 56,8%	99 19,1%
Matériaux habitat : Banco et enduit	--- 5,0%	. 9,7%	. 13,3%	+ 19,5%	+ 19,9%	71 13,7%
Matériaux habitat : Banco mélangé ciment	(-) 0,0%	. 6,6%	. 3,8%	. 5,5%	. 3,7%	20 4,0%
Matériaux habitat : Briques en ciment	+++ 89,7%	+++ 63,1%	. 54,5%	--- 34,6%	--- 0,4%	247 47,5%
Matériaux habitat : Autre	--- 4,7%	. 17,2%	. 17,6%	. 18,8%	. 19,3%	81 15,7%

	Index de pauvreté					Ensemble
	1 ^{er} quintile	2 ^{ème} quintile	3 ^{ème} quintile	4 ^{ème} quintile	5 ^{ème} quintile	
Electricité :	+++ 98,6%	+++ 81,5%	. 46,2%	--- 16,1%	--- 1,2%	247 47,6%
Niveau de service AEP : Puits	--- 2,0%	. 12,1%	. 14,8%	++ 21,1%	. 16,5%	70 13,5%
Niveau de service AEP : BF ou achat	--- 9,5%	--- 35,1%	. 54,0%	+++ 75,3%	+++ 83,5%	273 52,4%
Niveau de service AEP : BP - 1 point d'eau	+ 29,1%	+++ 48,5%	++ 31,2%	--- 3,6%	--- 0,0%	114 22,0%
Niveau de service AEP : BP - Plus d'1 point d'eau	+++ 59,4%	-- 4,3%	--- 0,0%	--- 0,0%	--- 0,0%	62 12,1%
Assainissement excreta : Pas de latrine	(-) 0,0%	(-) 0,0%	0,6%	(++) 7,8%	(+++) 9,2%	19 3,7%
Assainissement excreta : Latrine traditionnelle	--- 18,1%	+++ 88,9%	+++ 87,3%	+++ 92,2%	+++ 90,8%	397 76,4%
Assainissement excreta : Latrine à fosse revêtue	++ 12,5%	. 8,9%	++ 12,1%	--- 0,0%	--- 0,0%	33 6,5%
Assainissement excreta : WC à fosse septique	(+++) 20,1%	(-) 0,4%	(-) 0,0%	(--) 0,0%	(--) 0,0%	20 3,8%
Assainissement excreta : Latrine + WC fosse septique	+++ 49,3%	--- 1,8%	--- 0,0%	--- 0,0%	--- 0,0%	49 9,6%
Présence d'un puisard :	+++ 96,1%	+++ 69,9%	. 57,9%	--- 31,9%	--- 8,8%	269 52,0%

1.5. PRESENTATION DES ETUDES DE CAS MOBILISEES ET PLAN DU MEMOIRE

La recherche en cours est justifiée par le constat largement partagé par l'ensemble des opérateurs du secteur concernant la nécessité de mieux répondre à la demande des populations pour parvenir à des projets et des systèmes d'assainissement plus durables.

Deux objectifs principaux distincts et complémentaires sont assignés à notre recherche :

- (1) celui de mieux comprendre la demande domestique en assainissement et
- (2) celui de développer des méthodologies adaptées pour mesurer et prévoir cette demande en mode projet.

Le premier objectif vise à déterminer les critères de segmentation de la demande et à la modéliser. Le second objectif concerne en particulier les enquêtes d'évaluation contingente de type « volonté de payer » (ou « consentement à payer »), du point de vue de la double problématique de la formulation de la valeur et de sa révélation : on cherche à mieux comprendre les processus de décision dans les ménages, à définir un protocole d'évaluation d'une fonction de demande intégrant les préférences de tous les membres du ménage et agrégeant sa demande globale, à vérifier l'existence d'une volonté à travailler, enfin à tester l'efficacité d'un protocole de révélation de cette volonté ou de ces préférences.

1.5.1. Une base de données d'enquête fondée sur de nombreuses études de cas dans divers contextes

Une base de données issues d'enquêtes-ménages, représentant plus de 4 500 observations (enquêtés) sur 5 pays d'Afrique de l'Ouest (6 villes) a été rassemblée. Ces enquêtes renseignent l'ensemble des composantes de la demande citées ci-dessus (y compris le consentement à payer) et des variables susceptibles d'expliquer ces demandes. De surcroît, bien qu'il existe des variantes dans la structure des questionnaires utilisés dans les divers cas retenus, presque tous ont été élaborés sur une base historique commune : de nombreuses variables sont communes à la plupart d'entre eux, de nombreuses questions sont formulées de façon homogène et les modalités de réponse

souvent semblables. Ces conditions assurent la pertinence d'un traitement global de la base de données ainsi constituée.

L'homogénéité des questionnaires employés lors de ces différentes enquêtes rend ainsi possible le traitement de l'ensemble de la base pour tirer partie de la diversité des situations et des contextes couverts par les cas rassemblés. Les résultats présentés sont fondés sur l'exploitation des données issues des enquêtes menées sur la capitale guinéenne, Conakry (en 1992, PADEULAC), sur la seconde ville du Burkina Faso, Bobo Dioulasso (en 1997, PSAB), sur les quartiers précaires de Port-Bouët, en Côte d'Ivoire (1994) ainsi que sur la ville tanzanienne de Moshi (2001-2002).

1.5.2. Un objectif méthodologique principal : illustrer et décrire les outils de traitement appropriés à l'analyse des enquêtes de demande

Revenons quelques instants sur l'objectif méthodologique de la recherche. Cette dernière a aussi pour ambition de montrer quelle méthodologie et quels outils de traitement il s'agit d'employer pour exploiter au mieux les données d'enquête collectées dans une enquête menée au cours d'une étude préalable, c'est-à-dire pour apporter des réponses exploitables aux questions que se posent les décideurs.

Or, ces méthodes et outils ont connu ces dernières années un développement scientifique considérable et les principaux logiciels statistiques du marché commencent à les proposer désormais en standard. Comme il s'écoule souvent du temps entre les avancées scientifiques et leur application concrète, les acteurs du secteur – prescripteurs et chargé d'études notamment – en ignorent encore le potentiel et parfois même l'existence. C'est pourquoi nous nous sommes attachés à dresser soigneusement dans ce premier chapitre un état de l'art de ces méthodes, à en exposer les atouts pour répondre aux questions posées.

Leur mobilisation dans les traitements effectués dans la présente recherche doit aussi avoir un rôle pédagogique. Comme nous l'avons mentionné ci-avant, ces outils regroupent notamment les techniques statistiques d'analyse multidimensionnelle (analyse factorielle des composantes simples et multiples, analyse factorielle discriminante, classification hiérarchique et typologie, régression PLS), enfin la modélisation statistique des variables catégorielles (modèles log-linéaires, théorie des choix discrets). La suite du rapport, mobilisant tour à tour les unes et les autres, fournira au lecteur une illustration de leur utilisation.

1.5.3. Organisation du rapport

Le second chapitre du présent rapport a pour objet de présenter les principaux résultats obtenus par l'exploitation des enquêtes de notre étude quant à la caractérisation des pratiques d'assainissement des excréta et des eaux usées.

Y seront successivement décrits et caractérisés les dispositifs et installations sanitaires destinés à l'évacuation des excréta puis les pratiques et équipements domestiques mis en œuvre par les ménages pour se débarrasser de leurs effluents : eaux de lessive, de toilette et de vaisselle.

Le choix des dispositions constructives sera analysé, en rapport avec la spécificité du contexte de chaque étude de cas, de même que la formation du coût de ces équipements d'assainissement autonome.

Le chapitre 2 inclut enfin des développements substantiels sur les aspects socio-techniques de la vidange des fosses. Les opérateurs de ce segment fondamental du service d'assainissement ainsi que leurs modes opératoires seront décrits à travers ce que l'analyse des enquêtes nous en apprend, de même que son coût pour les ménages et les enseignements environnementaux que l'on en tire, notamment sur la destination des boues de vidange et l'estimation des flux.

Le troisième chapitre sera dévolu à l'analyse attitudinale, c'est-à-dire à la position de l'assainissement dans la perception que les populations ont de leur environnement. On y discutera notamment de la gêne que les excréta et les eaux usées provoquent dans la vie quotidienne de ces populations, tant à l'échelle de leur quartier qu'à celle de leur logement et l'on y étudiera les facteurs déterminants de cette perception. Une analyse de la satisfaction et des motifs de plainte exprimés par les populations vis-à-vis de leur assainissement sera menée, avant que de discuter de leur attitude en ce qui concerne deux aspects connexes, bien qu'a priori exclus du champ de la présente recherche : l'assainissement de leurs déchets solides et celui des eaux pluviales.