

UNIVERSITE D'ALGER 3

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, SCIENCES
COMMERCIALES ET SCIENCES DE GESTION

THESE

Pour l'obtention du titre de
DOCTEUR EN SCIENCES ECONOMIQUES

Thème

Tarification des services d'eau potable, durabilité de la ressource et accès des
usagers : Cas de l'Algérie

Thèse présentée par :

Ali ZEGGAGH

Sous la direction de Messieurs :

Mohamed Yassine FERFERA, Professeur

Alban THOMAS, Directeur de recherche

Membres du Jury

Mr. Ahmed KOUDRI, Professeur Université d'Alger 3 : Président

Mr. Mohamed Yassine FERFERA, Professeur à l'ENSSEA, Directeur de thèse

Mr. Alban THOMAS, Directeur de recherche INRA / Toulouse1, Co-directeur de thèse

Mr. Hamid KHERBACHI, Professeur Université de Bejaia : Examineur

M. Anissa LASKRI, Maître de Conférences Université d'Alger 3 : Examinatrice

Mr. Ali MEZAACHE, Maître de Conférences Université d'Alger 3 : Examineur

Mr. Abdelhafid BENNOUR, Maître de Conférences ESC d'Alger : Examineur

Année Universitaire 2010/2011

Remerciements

« L'homme, a écrit Antoine de Saint-Exupéry, c'est d'abord celui qui crée. Et seuls sont frères les hommes qui collaborent ». Entreprendre un long et dur labeur comme la réalisation d'une thèse d'économie ne peut évidemment être accompli seul. De nombreuses personnes ont permis, de près ou de loin, à ce travail d'aboutir dans les meilleures conditions.

En tout premier lieu, je tiens à remercier Monsieur le Professeur Ferfera Mohamed Yassine, qui a bien voulu diriger ce travail, et qui m'a témoigné sa confiance et sa solidarité à maintes reprises. L'admiration et le respect que je porte à son engagement intellectuel auprès de ceux qui se confrontent quotidiennement aux différentes manières de dominer le monde m'ont donné le courage.

La deuxième personne à laquelle je dois beaucoup dans l'élaboration de cette thèse est bien entendu mon Co-directeur Alban Thomas. Il m'a intéressé à l'économétrie appliquée, appris ses techniques et fait réfléchir sur ses résultats. Il a su aussi dès le début me motiver et m'éclairer les différentes pistes à explorer. Le travail à ses côtés, marqué par le souci d'une grande rigueur scientifique, fut toujours très enrichissant. Enfin, il a toujours répondu présent lorsque stoppé par un nouvel obstacle. Pour l'encadrement exceptionnel dont il m'a fait bénéficier, je lui adresse mes plus vifs remerciements.

J'ai également énormément bénéficié de l'aide, des conseils et des commentaires de Professeur Saïd Souam. Je lui suis très reconnaissant.

Je ne saurais dire le plaisir et l'enrichissement que m'ont apporté mes discussions avec Professeur Farid Gasmi. Ses conseils ont toujours été d'une très grande pertinence.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du Jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements vont ensuite à l'équipe de recherche du LERNA-INRA de Toulouse, qui m'a accueilli lors de mon séjour toulousain, et plus particulièrement à François Salanié, Stéphane Ambec, Arnaud Reynaud, Céline Nauges, Christine Maurel. L'aide et les conseils

de ces personnes ont constitué un apport précieux à l'élaboration de cette thèse. Je remercie encore Maxime, Martine, Aude, et les autres, pour leur soutien.

Je remercie de manière générale toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu durant mes recherches en Algérie: Messieurs les Directeurs : Messaoud TERRA, Directeur Central d'AEP au Ministère des Ressources en Eau, Abdelkrim MECHIA, Directeur Général de l'ADE, qui m'ont accueilli, avec beaucoup d'égards, au sein de leurs établissements respectifs, et qui m'ont conforté dans mes projets et dans mes intentions, et m'ont accordé les autorisations indispensables à l'accomplissement du travail sur le terrain.

Je voudrais par ailleurs exprimer mon immense gratitude à l'égard de toutes les personnes qui m'ont aidé dans ma tumultueuse recherche de données sur l'eau : Messieurs les Responsables des agences de l'eau (ADE), à travers les wilayas de l'étude : Alger, Bejaia, Constantine, Oran, Ouargla et Sétif pour la fourniture des données sur les services d'eau potable.

Bien que je les cite en dernier, mes premiers remerciements vont à ma famille en général et mes parents en particulier (ma chère mère), Ils m'ont toujours fait confiance et m'ont permis de réaliser mes études dans des conditions idéales. Je leur dois tout et précisément ce travail.

À la mémoire de mon père

Table des matières

Introduction générale	11
Chapitre préliminaire : Organisation et réglementation des services publics d'eau potable et d'assainissement en Algérie	27
1. Introduction	27
1.1 De l'usage agricole à l'usage urbain	31
1.2 Propriété ou autre régime juridique des ressources en eau	32
2. Etat de la ressource et marché de l'eau en Algérie	38
2.1 Données sur la ressource	38
2.1.1 Disponibilité de la ressource en eau	44
2.1.2 La ressource en eau de surface	45
2.1.3 La ressource en eau souterraine	47
2.1.4 La ressource en eau dessalée	49
2.2 Données économiques et financières	50
3. Organisation des services d'eau potable et d'assainissement	51
3.1 La structure du marché de l'eau	52
3.1.1 La séparation des activités dans l'organisation des services	52
3.1.2 Des monopoles naturels locaux non-contestés	52
3.2 Les acteurs du secteur de l'eau	53
3.2.1 L'autorité responsable : La collectivité locale	54
3.2.2 L'intervention de la puissance publique	55
3.3 Les différents modes de gestion	56
3.4 La législation de la gestion de l'eau en Algérie	58
4. Les services publics d'eau potable et d'assainissement	61
4.1 Service public, service d'intérêt général	61
4.2 Compétences des communes	61
4.3 Principes des services publics	62
4.4 Obligation de qualité	62
5. Le financement des services publics de l'eau	63
5.1 Formation du prix en Algérie	63
5.1.1 La facture d'eau	63
5.1.2 La tarification	64
5.2 Subventions croisées	66
5.3 Aides publiques	67
6. Les outils de la régulation lors de la délégation des services	67
6.1 La mise en concurrence de la délégation	68
6.2 Le contrat comme mécanisme incitatif	69
7. Conclusion	71

Première partie : Etude de la technologie de l'alimentation en eau potable	73
Chapitre 1 : Structure des coûts d'alimentation en eau potable	74
1.1 Introduction	74
1.2 Le réseau et la technologie de l'alimentation en eau potable	79
1.3 Représentation économique des coûts	83
1.4 Rendements de réseau et complémentarités du coût	86
1.5 Conclusion	93
Chapitre 2 : Estimation et étude de la fonction de coût variable de service d'eau potable	95
2.1 Introduction	95
2.2 Adéquation avec les coûts et l'analyse théorique	96
2.3 Le modèle économétrique	97
2.4 Application aux services d'eau potable de l'échantillon de l'étude : les données	103
2.4.1 Les dépenses d'exploitation	103
2.4.2 Les données	106
2.5 Les résultats d'estimation	110
2.5.1 L'estimation des paramètres du modèle du coût	110
2.5.2 L'évaluation des rendements de densité et d'échelle	117
2.5.3 La substitution des facteurs de production	121
2.5.4 Coûts marginaux et élasticités de coût marginal	122
2.6 Conclusion	126
Deuxième partie : La fonction de demande résidentielle en eau : analyse théorique	128
Chapitre 3 : Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature	129
3.1 Introduction	129
3.2 La demande domestique en eau potable	131
3.2.1 Eléments factuels	131
3.2.2 Revue de la littérature	133
3.3 Modélisation de la demande domestique en eau potable	143
3.4 Les déterminants de la demande domestique	150
3.5 Conclusion	152
Chapitre 4 : Etude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable	153
4.1 Introduction	153
4.2 Les méthodes économétriques de panel	157
4.2.1 Modèle à effets fixes	159
4.2.2 Modèle à effets aléatoires	162
4.2.3 Tests de spécification d'Hausman	163
4.3 Présentation des données et du cadre de l'étude	166
4.3.1 Les données utilisées	166
4.3.2 Choix de tranches de la catégorie ménages	172
4.4 Estimation de la fonction de demande domestique	174
4.4.1 Les résultats d'estimation	174
4.5 Conclusion	179

Troisième partie : Tarification des services d'eau potable : théories et pratiques	181
Chapitre 5 : L'analyse économique théorique de la tarification de service d'eau potable	182
5.1 Introduction	182
5.2 La théorie de l'allocation optimale des ressources	183
5.3 Principes généraux de la tarification des services d'eau potable	186
5.3.1 Le prix de l'eau, signal sur la valeur de la ressource	190
5.3.2 Durabilité des ressources et tarification optimale de l'eau	191
5.3.3 Tarification des services de distribution d'eau et équilibre financier	192
5.4 Les systèmes tarifaires en présence	196
5.5 Autres types de tarification	198
5.6 La tarification au coût marginal	202
5.7 Conclusion	206
Chapitre 6 : Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable	208
6.1 Introduction	208
6.2 La tarification à la Ramsey-Boiteux	209
6.2.1 La maximisation du profit avec une catégorie d'utilisateurs	210
6.2.2 La maximisation du profit avec deux catégories d'utilisateurs	211
6.3 L'optimum de second rang avec deux catégories de consommateurs	212
6.4 La tarification non linéaire	214
6.4.1 Menu de tarifs polynômes	214
6.4.2 Menu optimal	215
6.5 Le modèle de simulation tarifaire	216
6.5.1 Quelques éléments de la statistique descriptive	219
6.5.2 Tarifs de Ramsey-Boiteux	220
6.6 Résultats et commentaires	221
6.7 Conclusion	225
Conclusion générale	227
Bibliographie	238
Annexes	246
A Gestion et organisation	247
A.1 Les objectifs liés à la gestion durable de la ressource	247
A.2 Les différents modes de gestion des services d'eau	248
A.3 La gestion déléguée	249
A.4 Principes des services publics	250

B Le réseau d'eau potable	251
B.1 Structure d'un réseau de distribution d'eau	251
B.1.1 Du milieu naturel au milieu récepteur à travers les diverses opérations caractéristiques des réseaux publics :	251
B.1.2 Une "industrie" hautement intensive en capital	253
B.1.2.1 La fonction de production au sens large	254
B.1.2.2 La fonction de distribution	254
C Les méthodes d'estimation de systèmes d'équations de panel	255
C.1 Le système "Seemingly Unrelated Regressions" (SUR)	256
C.1.1 L'approche "effets fixes"	257
C.1.2 L'approche "effets aléatoires"	258
C.1.3 Les restrictions linéaires sur les paramètres entre les équations du système	260
C.1.4 Le système d'équations simultanées	260
D La description des variables	262
D.1 Descriptif des variables utilisées	262
D.2 Descriptif des variables techniques et financières	263
E Elasticité et prix à la Ramsey-Boiteux	264
E.1 Les élasticités de la demande	264
E.1.1 Les élasticités croisées	266
E.2 Les prix de Ramsey-Boiteux dans le cas général	267

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La nouvelle économie des ressources naturelles perçoit l'allocation marchande comme une solution universelle à la raréfaction des ressources. En effet, les ressources en eau constituaient pour les économistes classiques et néoclassiques des 18^{ème} et 19^{ème} siècles, le cas exemplaire d'un bien d'usage nécessaire mais sans valeur d'échange car disponible en quantité illimitée. Prenons à titre d'illustration le traitement que lui réserve l'économiste classique Adam Smith, dans ses *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations* (1776). Smith distingue valeur en usage et valeur en échange et illustre son propos à partir de l'eau et du diamant. "Des choses qui ont la plus grande valeur en usage n'ont souvent que peu ou point de valeur en échange ; et, au contraire, celles qui ont la plus grande valeur en échange n'ont souvent que peu ou point de valeur en usage. Il n'y a rien de plus utile que l'eau, mais elle ne peut presque rien acheter. Un diamant, au contraire, n'a presque aucune valeur quant à l'usage, mais on trouvera fréquemment à l'échanger contre une très grande quantité d'autres marchandises"¹. Écrit-il. Ce bien méritait donc d'être traité de façon particulière car les lois du marché ne pouvaient s'appliquer.

Avec la raréfaction croissante des ressources en eau au cours du 20^{ème} siècle et face à la dégradation de leur qualité, l'idée d'une "marchandisation" des ressources en eau a progressivement fait son chemin et certains pays (Etas-Unis, Chili, Inde, etc.) connaissent déjà des expériences locales de marchés de l'eau². Dans le même temps, de nombreuses voix se font entendre à l'échelon international pour éviter qu'un tel processus ne se généralise, arguant de la reconnaissance de l'eau comme patrimoine commun de l'humanité³. Puis, à la lumière de l'expérience des marchés de l'eau au Chili, les auteurs de la nouvelle économie des ressources naturelles tentent d'offrir une vision plus pragmatique de ces marchés en identifiant les facteurs de blocage qui empêchent une allocation efficace des ressources. Les auteurs de ce courant soutiennent l'instauration systématique de droits de propriété privés pour l'allocation des ressources naturelles renouvelables, au motif d'une plus grande efficacité des mécanismes marchands. Smith (1992) écrit par exemple "Seul un régime de propriété privée est capable d'intégrer efficacement les valeurs économiques et écologiques"⁴. Le recours au marché, qui seul peut fournir une information pertinente en termes de prix. Il est donc fortement recommandé. Par ailleurs, en critiquant la gestion par l'Etat et les

¹ Smith A. (1976), Livre I, Chap. 4, traduction française, Gallimard, Paris, 1976. p.60.

² Bauer et al. (1997).

³ Petrella, R. (1996).

⁴ Smith F. L. (1992), p. 239.

mécanismes centralisés de gestion des ressources naturelles, les auteurs plaident en faveur de mécanismes décentralisés où le marché remplit les fonctions d'allocation des ressources rares. En synthèse, la solution préconisée et offerte par cette nouvelle économie des ressources est la mise en place d'un marché de l'eau et la définition de droits de propriété privés, afin de mieux saisir l'objectif d'allocation efficace de la ressource.

L'eau est devenue en somme une denrée rare. Et qui dit rareté dit souvent élévation de la valeur. Assigner un prix à l'eau, ce serait un moyen d'en limiter le gaspillage. C'est ainsi que le rapport de la Banque Mondiale sur le développement durable, affirme que le moyen le plus efficace d'encourager l'utilisation rationnelle de l'eau est d'asseoir une tarification économique et juste. Le gouvernement fait aussi savoir qu'il souhaiterait bénéficier du soutien financier et technique de la Banque Mondiale. Celle-ci effectue d'abord une mission de reconnaissance en février 1976, puis en juin 1977, une mission d'évaluation du projet d'assainissement du Grand Alger, préparé par le COMEDOR⁵, assisté d'un consortium d'ingénieurs-conseils allemands, Kittelberger-Inco. La Banque Mondiale justifie son intervention à partir de deux types d'arguments : "accroître les ressources hydrauliques du Grand Alger" et "atténuer la pollution des eaux de l'Oued et de la baie"⁶. Il est fait notamment appel aux données de l'Institut National de la Santé Publique pour qui "le choléra, la typhoïde, la paratyphoïde, la dysenterie et l'hépatite infectieuse, qui sont toutes des maladies liées à l'écoulement des eaux usées, sont endémiques dans le Grand Alger". En fait, la Banque Mondiale saisit cette occasion de réintervenir en Algérie "dans un pays où ses actions avaient été gelées jusqu'en 1969, en raison d'un litige avec des investisseurs étrangers non indemnisés, elle cherchait avant tout à reprendre pied. Elle maintient volontairement un profit bas et joue la carte de l'accommodement"⁷. Son accord est cependant assorti d'un certain nombre de conditions conformes au sens de son message et de sa stratégie. À partir de là, les solutions apportées aux problèmes du secteur vont devenir l'affaire des bureaux d'étude, des entreprises et des bailleurs de fonds internationaux.

⁵ Le COMEDOR est l'organe chargé de la planification urbaine de la capitale.

⁶ Evaluation du projet d'assainissement de la ville d'Alger, résumé et conclusions, rapport de la Banque Mondiale du 27 janvier 1978.

⁷ Zaki laid, Enquête sur la Banque Mondiale Fayard, septembre 1989, P.44.

La "vérité des prix" est imposée aux décideurs algériens à la fois comme principe économique nécessaire à la régulation du secteur, et cadre institutionnel destiné à structurer et améliorer la vie urbaine. Deux mesures sont préconisées : l'une, institutionnelle, porte sur la création de la Société des Eaux d'Alger, SEDAL, l'autre, économique, concerne l'adoption d'une tarification.

La SEDAL est créée par décret du wali d'Alger, le 18 octobre 1977. Elle est sous sa tutelle. Le ministère de l'hydraulique apporte au wali son concours technique par l'intermédiaire de son représentant à la wilaya. Le projet prend en charge la construction du siège social de la société, la fourniture du matériel d'exploitation, des machines de nettoyage d'égouts, des détecteurs de fuites, etc., l'établissement des structures administratives, des politiques financières, de l'assistance technique à la gestion, et la formation du personnel. À terme, les ouvrages du projet seront exploités par la SEDAL. Cette société préfigure les "entreprises de production d'eau" (E P E) qui vont se multiplier par le décret n° 83-327 du 14 mai 1983 sur les recommandations de la Banque Mondiale, et qui auront entre autres pour mission de recouvrer les coûts de l'AEP (Alimentation en Eau potable), par les recettes des ventes d'eau sur la base d'un tarif.

La tarification est abordée en ce sens : "des tarifs très bas" sont restés inchangés partout dans le pays durant les dix dernières années, et malgré la pression démographique déjà installée, les agences municipales ont toujours été peu disposées à appliquer des tarifs efficaces qui auraient poussé les consommateurs à économiser sur leur approvisionnement en eau potable. La tarification de l'eau, encadrée par la loi sur l'eau est faite soit en mode proportionnel ou monôme, afin d'inciter à la lutte contre le gaspillage de la ressource en eau. La facturation de l'eau repose sur l'importance de la consommation réelle d'eau potable telle qu'elle est enregistrée au compteur. Les pratiques les plus répandues dans le domaine sont fondées sur l'application d'un tarif dont le principe est l'intégration de facteurs sociaux et politiques aux facteurs économiques, et dont la justification est la diminution des gaspillages. Les consommateurs ajusteraient leur demande au tarif mis en vigueur. Tarification pour une diminution de la consommation ?

En bref, s'il est réel que certains mythes doivent être éliminés, telle que la perception de la gratuite des services d'eau où la croyance en une infinité de la ressource, la tarification selon la consommation par l'entremise de compteur d'eau soulève des réticences du public

notamment sur la perspective d'une réelle récupération d'un bénéfice issu d'une consommation raisonnée pour le consommateur.

Cette situation est restée inchangée jusqu'à présent parce que tous les investissements pour les systèmes d'eau et d'égouts ont été toujours financés avec des subventions du gouvernement aux municipalités, et les compagnies municipales ont souvent différé leur paiement d'achat d'eau à la SONADE⁸ (Société Nationale de Distribution d'Eau). Ces critiques se réfèrent donc aux principes de l'économie libérale : l'hérésie économique que constitue la prise en charge des investissements du secteur par l'Etat conduirait fatalement à l'irresponsabilité des agents économiques, notamment celle des consommateurs, gaspilleurs par essence. Rappelons cependant qu'historiquement ces investissements ont dans beaucoup de pays été pris en charge par la collectivité nationale. Par ailleurs, les données de l'étude OMS, ont établi qu'à cette époque là, le taux de satisfaction des besoins est de 50 %, et que le volume moyen consommé par habitant est de 48 l/j/hab. pour 96 l/j/hab. produits ; les gaspillages ne se situeraient-ils pas plutôt au niveau de la maintenance des réseaux ?

Entre 1978 et 1979, une étude complète des tarifs devait être menée dans le cadre du programme d'assistance à la gestion prévue par le projet ; elle devait permettre d'appliquer au plus tard en 1980, la nouvelle structure tarifaire. Elle ne fut réalisée qu'en 1980, et la nouvelle structure ne prendra effet qu'en 1985. L'étude a été conduite par le cabinet Peat-Marwick sur le cas d'Alger, à partir de documents comptables de l'année 1978 de l'entreprise SEDAL⁹. L'objectif est de déterminer un coût moyen du m³ d'eau et une évaluation du coût marginal à long terme par référence aux investissements planifiés sur la période 79-83, selon la méthode préconisée par la Banque Mondiale. Le coût moyen déterminé par l'étude est tout à fait proche du prix de vente pratiqué par la SEDAL dès sa création, 1DA /m3. Le coût marginal moyen à long terme serait le double du prix moyen. Cette étude est inspirée par le souci d'aboutir à des conclusions qui soient recevables par les divers partenaires concernés, ouvrait la voie à une "ambitieuse" politique d'investissement. La Banque Mondiale aide aussi la SEDAL à établir ses équilibres financiers, attirant l'attention des responsables algériens sur la nécessité de réviser le tarif pour y parvenir.

Les modalités de tarification sont définies en 1985 (décret n° 85-267 du 29 octobre). Elles instaurent le principe de la participation des usagers à la prise en charge d'une partie des frais de renouvellement des infrastructures d'eau potable et d'assainissement.

⁸ Evaluation du projet d'assainissement de la ville d'Alger..., p. 3 de l'avant-propos.

⁹ Un article du Monde, daté du Juil-sept.1995, N° 149 signé par Amzert M, intitulé « les politiques de l'eau en Algérie depuis l'indépendance », De l'usage agricole à l'usage urbain.

Le recouvrement des coûts et des charges de l'activité d'assainissement se fera en relation avec les volumes d'eau potable consommés. La vente de l'eau sur l'ensemble du territoire national, se pratiquera à partir d'un tarif variant selon les catégories d'usagers : cette structure tarifaire a été l'objet de négociations difficiles entre responsables politiques et experts ; elle n'en constitue pas moins une incitation à l'économie d'eau de la part des ménages et une recherche de régulation des consommations à partir des tarifs, comme le recommandait la Banque Mondiale.

Les problèmes d'assainissement ne sont pas pris en compte dans le tarif appliqué, ce qui place les entreprises de gestion de l'eau devant de graves difficultés. Elles sont sommées par les dirigeants d'assurer le fonctionnement des stations d'épuration, et par la Banque Mondiale d'avoir des comptes équilibrés. Celle-ci les convie à obtenir de l'Etat soit une révision du tarif, soit une subvention compensatrice prenant en charge au moins le coût de l'épuration, ce que celui-ci refuse : il craint le mécontentement social alors que la tarification n'est pas encore généralisée et renvoie, pour la subvention, aux principes de désengagement de l'Etat et de "vérité des prix" préconisés par le FMI et la Banque Mondiale.

A quoi sert la "tarification" dans l'hydraulique Algérienne ?

Pourquoi les contradictions persistent-elles ? La "tarification" aurait-elle d'autres visées que celles qu'elle affiche ?

En effet, la tarification constitue un levier commercial important pour toute entreprise et, comme pour toute l'économie dans son ensemble. En plus de sa vocation à permettre la rémunération des facteurs engagés dans le processus de production, et à garantir le meilleur emploi des investissements existants, elle contribue à déterminer en outre les volumes et les dates de mise en services des investissements supplémentaires. La mise en place des systèmes de tarification adaptés aux secteurs de l'eau potable et de l'irrigation doit se faire dans le but d'améliorer le recouvrement des coûts et d'inciter à la valorisation économique de la ressource disponible. Parmi les mesures qui devraient être prises, le tarif ne doit pas être défini en principes par des critères politiques ni sociaux, mais par des critères économiques et environnementaux, si l'on veut inciter les usagers à ne pas gaspiller de la ressource disponible. La poursuite de cette tendance représente un enjeu économique, qui expose le secteur de l'exploitation des ressources hydriques à rentabiliser les installations coûteuses que les compagnies d'exploitation de l'eau doivent financer, et d'envisager une amélioration des services existants. Les pratiques actuelles de tarification des services d'eau sont soumises aux

critiques des économistes pour plusieurs raisons : premièrement, les prix sont établis à partir des données moyennes annuelles et ne reflètent donc pas les coûts marginaux des services. Deuxièmement, le cycle et la structure des demandes sont totalement négligés. De plus, l'eau étant une ressource naturelle semi-renouvelable, les problèmes inhérents à sa nature doivent aussi trouver leur place dans la gestion du service.

L'adéquation des ressources en eau aux besoins de l'économie et de la société constitue un enjeu majeur du développement de nombreux pays de la zone MENA (Moyen Orient et Afrique du Nord), en raison du décalage croissant entre des ressources disponibles de plus en plus rares et des prélèvements en forte augmentation. Les autorités politiques du pays ont depuis une quinzaine d'années pris conscience des problèmes croissants liés à la rareté de l'eau et ont mis en œuvre une nouvelle politique de gestion sous l'impulsion du ministère des ressources en eau. Cette prise de conscience s'est accompagnée du postulat que l'eau est un bien économique rare et vulnérable, dont la gestion doit être assurée de façon intégrée.

Si la politique nationale de l'eau en Algérie a mis l'accent sur l'aménagement et la mise à disposition de volumes d'eau brute supplémentaires, une telle politique d'offre connaît des limites liées aux coûts très importants d'investissement, mais également aux possibilités limitées d'exploitation de nouvelles ressources. L'eau est en effet associée à des coûts élevés de transport entre différentes régions d'un même pays, ainsi qu'à des contraintes sur sa qualité dans le cas de l'eau potable, qui nécessitent une gestion locale via des services publics locaux de l'eau. Une politique de gestion de la demande est par conséquent un complément indispensable, notamment à court terme, aux stratégies nationales assises sur l'exploitation de nouvelles ressources. Cette gestion consiste notamment à rechercher une limitation de l'augmentation des usages par des tarifications adaptées, et une utilisation optimisée des ressources disponibles par une gestion et une organisation plus efficaces des services d'eau. Dans une telle perspective, l'étude complète de la structure des coûts de production de l'eau potable est une étape essentielle pour des agences de régulation dont l'objectif est de mettre en place des mécanismes de gestion de la demande en adéquation avec les performances des services existants. En particulier, le mode de tarification de l'eau potable et les modalités de sa distribution ont des impacts directs sur la structure et le niveau de la consommation, tout en étant en principe directement déterminés par l'équilibre financier des services de production et de distribution de l'eau potable.

Quel besoin de régulation dans le secteur de l'eau ?

Le secteur de l'eau est caractérisé par une situation de monopole local naturel. À la différence d'autres services publics en réseau, monopoles historiques actuellement livrés aux règles de la libéralisation, le service de l'eau, parce qu'il implique des investissements lourds, non réversibles, constitue un véritable monopole naturel, avec des clients captifs.

La gestion des services publics est en pleine évolution depuis maintenant plusieurs années. Longtemps, les services publics ont été synonymes de monopole public et donc étaient perçus comme une organisation étatique. Cette association peut-être vraie hier n'a plus guère de sens aujourd'hui alors même que ces services sont réorganisés dans de nombreux pays, avec une réduction de l'action publique directe. Ces services publics ont été caractérisés par une structure de monopole. On sait qu'une telle organisation du marché conduit à une fixation du prix au-dessus du coût marginal de production. Dès lors, le prix est supérieur et la quantité produite inférieure à ce qui correspond à l'optimum social. À première vue, une situation monopolistique n'est donc pas souhaitable d'un point de vue de l'efficacité économique. Cependant, lorsque le monopole est naturel, il permet de produire plus efficacement car il engendre des coûts inférieurs à ceux de plusieurs entreprises se partageant la production¹⁰. Du fait de cette inefficacité sociale, les pouvoirs publics peuvent décider de réglementer les services caractérisés par un monopole naturel. Deux types de réglementation sont alors possibles. Premièrement, l'autorité publique peut choisir de mettre elle-même le service à la disposition des usagers. Dans ce cas là, la solution optimale est de fixer le prix au coût marginal et d'allouer une subvention permettant de maintenir le budget en équilibre. En deuxième lieu, l'autorité publique peut confier la gestion du service à une entreprise privée (ou publique), et d'effectuer des contrôles réguliers de ses performances. Dans tous les cas, on voit clairement que le problème de l'autorité publique réside dans la détermination des coûts de l'entreprise ou bien, de façon plus générale, dans la connaissance de ses caractéristiques technologiques.

¹⁰ On parle de monopole naturel si et seulement si la fonction de coût est sous additive :

$C(q_1+q_2) < C(q_1) + C(q_2)$, pour tout $q=q_1+q_2$. Ainsi, il est moins coûteux de produire tout niveau q avec une seule firme qu'avec deux (ou plus, bien entendu). Ce concept concerne donc directement la technologie de production de la firme.

Quel constat tirer de cette situation en terme de besoin de régulation ?

La situation de monopole et les attentes grandissantes en termes de qualité de service supposent de disposer d'outils de définition et d'incitation pour garantir la réalisation des composantes de la performance (quantité de service, qualité sanitaire, prestations aux clients, prix). Ainsi, deux domaines possibles de régulation apparaissent¹¹ :

- régulation initiale, au moment de la mise en concurrence (en cas de délégation). Le lancement d'une procédure de délégation va engager la gestion pour plusieurs années. Les questions qui méritent d'être soulignées sont alors celle du choix de l'exploitant, de la définition des résultats auxquels il s'engage et de la détermination du prix qui lui sera accordé. La régulation doit aussi viser à faciliter la compétition équitable entre les candidats (limiter l'avantage au sortant et les conséquences de l'oligopole) et aussi la discussion équilibrée entre la collectivité et l'entreprise (lutter contre l'asymétrie).
- régulation au cours du contrat, en situation de monopole, pour permettre d'atteindre le niveau de performance souhaité. Il faut alors veiller à contrôler la performance atteinte et par l'incitation, veiller à ce que les objectifs soient remplis, dans le respect des conditions économiques fixées. Cela prouve le besoin de prévoir l'adaptation du système de tarification adéquat (système d'incitation en matière de gestion rationnelle). La régulation, jusqu'à présent s'exerce principalement dans le cas de la délégation. La "régulation" peut se définir comme un mode d'ajustements permanents et évolutifs d'une pluralité d'actions, et de leurs effets permettant d'assurer l'équilibre dynamique de systèmes instables¹². L'objectif général de cette régulation est de choisir les bons mécanismes de façon à ce que l'entreprise offre un service de qualité maximale au prix le plus intéressant pour les usagers.

¹¹ Guérin - Schneider L. (2005), Séminaire du GDR Rés - Eau - Ville : Système de régulation du service public de l'eau Laboratoire d'Economie Dionysien (LED)

¹² Bauby. p. (2005), Les référentiels pluriels de la régulation ; Chercheur associé au LED- Université Paris 8.

Qu'est-ce que la régulation spécifique des services publics ou d'intérêt général ?

Nous pouvons parler de "régulation des services publics" avec le développement des politiques de libéralisation et d'ouverture à la concurrence des secteurs de réseaux, marchands ou à caractère industriel et commercial qui a coïncidé avec les profondes mutations de ces secteurs, avec leur complexification. Il s'est agi de concilier les mécanismes de concurrence avec des finalités d'intérêt général, la mise en œuvre d'objectifs et d'obligations de service public.

Le cadre théorique général, sur lequel s'appuie ce travail renvoie à la théorie de l'allocation optimale des ressources. Le principe économique sous-jacent aux développements qui vont suivre et qui en constituent le point de départ, et que les ressources disponibles trouvent leur emploi. L'efficacité la plus grande est atteinte pour des prestations données lorsqu'elles sont produites au coût minimal. L'efficacité est maximale si on ne peut pas produire davantage à l'aide des ressources utilisées. Autrement dit, dans la situation d'efficacité, on est à la limite du possible, et l'on obtient le meilleur rendement des ressources utilisées. L'efficacité n'est qu'un objectif parmi d'autres, la théorie de l'allocation optimale des ressources forme un cadre théorique de pensée et un guide irremplaçable pour les applications pratiques.

Cette thèse a fait l'objet de recherches théoriques selon deux visions principales de raisonnement. La première vision réside dans l'évaluation économique des performances des services d'alimentation d'eau potable. En conséquence, il est nécessaire de disposer d'évaluations des coûts de ces activités. Cette vision des choses propose une étude micro-économétrique de la fonction de coût de l'alimentation en eau potable. Dans la modélisation économique des coûts, nous intégrons les différentes caractéristiques d'une industrie en réseau en prenant en compte la fréquence de distribution d'AEP. Nous utilisons des méthodes d'estimation sur des données de panel. L'objectif est d'évaluer des performances des services d'eau potable algériens. Plus concrètement, il s'agira d'estimer une fonction de coût de production d'eau pour évaluer, d'une part le coût marginal de production et d'autre part les différentes mesures de rendements (élasticités, économies de densité de production, économies d'échelle, économies d'envergure etc.) afin d'apporter des indications utiles sur la performance des réseaux de production et de distribution d'eau potable. Une telle analyse

empirique permet, de plus, de mieux appréhender la technologie de production et de distribution, dans un secteur caractérisé par des investissements spécifiques significatifs, et des fuites en réseau importantes. Alors, la prise en compte des pertes d'eau en réseau trouve vraiment sa place dans les décisions des exploitants des services d'AEP.

La connaissance de la demande pour chacun des types d'usagers (ménages, industriels et agriculteurs) est indispensable pour une gestion de la ressource d'une part efficace (affecter la ressource eau à ceux qui la valorisent le plus) et d'autre part équitable (garantir l'accès à tous). Parler de fonction de demande en eau revient à considérer l'eau comme un bien économique. La conférence internationale sur l'eau et l'environnement tenue à Dublin (Irlande) en 1992 dans son accord de principe lui a d'ailleurs reconnu cette qualité. Cet accord de principe stipule en effet que "l'eau a une valeur économique dans tous ses usages concurrentiels et doit être reconnue en tant que bien économique". La valeur de l'eau pour un usager est le montant maximum que cet usager est prêt à payer pour en utiliser une unité supplémentaire. Cependant, comme il n'existe pas de marché à proprement dit pour l'eau, il est difficile d'en estimer la valeur et on peut par exemple se limiter à estimer des fonctions de demande, de coût de production afin de simuler différentes politiques. Au total, l'estimation d'une fonction de demande en eau constitue un moyen parmi d'autres de mesurer la valorisation du bien eau pour un usager et de contribuer à la mise en place de schémas de partage efficaces de la ressource. Une demande en eau potable est alors spécifiée en prenant en compte les usagers domestiques. Notre choix s'est porté sur la demande domestique pour plusieurs raisons. D'abord, la fourniture à l'ensemble de la population algérienne d'une eau potable de qualité, en quantité suffisante, doit être garantie. Cet usage est à ce titre prioritaire et retient toute l'attention des décideurs. La seconde raison tient au nombre d'utilisateurs concernés. 92%¹³ des ménages sont aujourd'hui raccordés au réseau de distribution d'AEP et l'impact d'une variation de la consommation, même faible au niveau de chaque ménage mais elle peut avoir un impact non négligeable au niveau national (même si les volumes prélevés par les usagers domestiques sont faibles par rapport aux volumes prélevés pour l'industrie, la consommation nette est importante). D'un point de vue politique encore, les décisions prises dans ce domaine sont susceptibles de cibler une grande partie de la population. L'étude de la consommation d'eau des usagers domestiques présente d'autant d'intérêt à côté des actions menées ces dernières années par les pouvoirs publics dans le but d'améliorer la gestion de la

¹³ Kettab (2008)

demande d'eau à usage domestique. Enfin, le choix de l'usage domestique tient à la faisabilité de l'étude. Les volumes consommés par les ménages sont comptabilisés et le prix payé par ces utilisateurs est disponible auprès des responsables des services d'AEP. La seconde vision est alors une étude sur la demande domestique en eau potable des communes de l'Algérie en présence de tarification par tranches progressives.

La méthodologie utilisée consiste à appliquer les méthodes de panel sur une base de données de 91 communes observées sur seize trimestres (de 2004 à 2007). Notre travail porte exclusivement sur l'usage résidentiel de l'eau et nous ne traiterons donc pas la demande pour les deux autres types d'usage (industrie et agriculture). L'objectif de cette contribution est l'estimation de la fonction de demande des ménages en Algérie, afin d'évaluer l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu. Ces coefficients sont utilisés pour simuler l'impact de politiques tarifaires virtuelles. La fonction de demande spécifiée repose sur l'hypothèse de séparabilité entre l'eau et les autres biens. Cette hypothèse¹⁴ est justifiée par l'absence de biens totalement complémentaires ou substituables à l'eau potable.

Cette thèse a tenté alors d'embrasser les différents aspects par ces deux contributions importantes aux travaux sur la tarification des services d'eau potable (AEP). Cela nous amène à faire asseoir une tarification adéquate qui répond aux impératifs de l'heure, tout en puisant le meilleur parti de l'existant. Elle reflète une politique de recouvrement progressif des coûts. Le recouvrement des coûts est une obligation vitale. En effet, si on veut garantir la durabilité de ce qui existe, améliorer le service, faire face aux besoins futurs, il sera donc nécessaire d'augmenter de plus en plus des investissements d'autant qu'il va falloir aller chercher l'eau plus loin. Donc, il est admis que la grande faiblesse des entreprises de production d'eau est l'absence en leur sein d'un régime d'incitation.

La question centrale que nous posons alors, à ce niveau, est de savoir mettre en place une nouvelle politique tarifaire, qui repose essentiellement sur l'évaluation des coûts des services d'AEP, et l'estimation de la demande de ces services ?

En d'autres termes, il s'agit, dans une première étape, de rechercher les leviers qui assurent à la fois la durabilité de notre ressource et son utilisation correcte entre les différents

¹⁴ Daouda DIAKITE, et Alban THOMAS, Titre d'un article, intitulé « Estimation de la demande d'eau à usage résidentiel en Côte d'Ivoire » année 2009, p. 28.

usagers résidentiels (domestiques). Dans la seconde étape, de mettre en place les instruments permettant la gestion de services de l'eau, afin de faire de cette ressource un état des lieux et orienter les moyens disponibles vers une plus grande accessibilité des populations à l'eau potable et au développement de l'économie nationale. En effet, l'usage de l'eau comporte deux volets : social et économique. Dans un premier cas, l'Etat essaye d'assurer l'accès à cette ressource vitale pour tous ceux, dont les revenus ne permettent pas de payer le coût réel de l'eau. Dans le second cas, l'utilisateur qui utilise l'eau au-delà d'un certain seuil devrait payer le vrai coût de l'eau, et c'est là qu'on tire profit de la gestion rationnelle. Les profits et la mise en place d'un système d'incitation revêtent donc des aspects multiples et convergents qui méritent amplement d'être abordés dans une analyse approfondie.

L'hypothèse est que les bénéfices d'un système de tarification moderne des services d'eau potable émanent de différentes catégories d'instruments : les instruments relatifs à la gestion commerciale de l'eau, ceci, bien entendu, fixer des objectifs quantitatifs et qualitatifs en matière de production et de distribution d'eau. Ensuite, ceux qui sont relatifs à une tarification économique, et qui permet de couvrir les évolutions des composantes du coût réel de l'eau dans son intégralité. Et enfin, faire participer le secteur privé dans la gestion des services d'AEP. Ceci, bien entendu incite à une plus grande responsabilité dans la mesure où les gestionnaires sont comptables de leurs échecs et de leurs réussites. C'est donc selon cette vision des choses que se présente notre problématique, qui conduit à l'analyse de la performance d'un système de tarification des services d'eau potable à la hauteur des exigences de l'horizon à venir. Après un premier chapitre, où nous étudierons la présentation du secteur de l'eau en Algérie, les changements qui ont marqué le monde de la ressource hydrique durant les dernières années, et leur impact sur les industries de services. Notre travail de recherche sera structuré en trois grandes parties, évidemment toutes reliées au thème de l'analyse.

La première phase de la thèse consiste donc en l'étude du secteur de l'eau en Algérie. Dans un chapitre préliminaire, nous décrivons de façon explicite, l'organisation et la réglementation des services publics d'eau potable et d'assainissement en Algérie. La première partie de cette thèse est consacrée à l'étude de la technologie de l'alimentation en eau potable dont les objectifs généraux du service sont de produire une eau de bonne qualité à partir d'une eau brute à disposition des usagers, en s'adaptant en permanence à leur demande, et en préservant la qualité de l'eau durant son séjour dans le réseau.

Dans le premier chapitre, nous décrivons de façon détaillée la technologie de l'AEP. En insistant tout particulièrement sur les aspects caractéristiques d'une technologie d'une industrie en réseau. Nous nous intéressons effectivement aux problèmes inhérents au bien mis en vente, liés à sa circulation et à sa mise en pression dans les conduites d'eau. De plus, nous attacherons également une attention particulière aux problèmes des pertes en réseau qui s'élèvent en Algérie en moyenne à 40% du volume d'eau mis en distribution¹⁵. Dans le modèle de coût, nous intégrons ces éléments, en particulier par la prise en compte de la diversité de l'infrastructure et une analyse du processus de production dans un cadre multi-produits : l'exploitant produit un volume d'eau potable destiné aux usagers mais également un volume d'eau potable perdu dans le réseau de distribution. Nous essayons par la suite de modéliser une fonction de coût variable de court terme qui est aussi informative que l'étude directe de la technologie. Elle nous permet en particulier de dériver des notions d'élasticités d'échelle adaptées aux industries en réseau.

Le deuxième chapitre de cette partie présente l'estimation de la fonction de coût variable de service d'eau potable et ses propriétés. L'une des originalités dans l'estimation de notre fonction de coût variable est la prise en compte de la fréquence de distribution d'AEP. À partir d'une forme paramétrique flexible (translog) de la fonction de coût, nous estimons les paramètres technologiques à l'aide de méthodes économétriques adaptées aux données de panel recensées et traitant l'éventuelle endogénéité de certaines variables comme les volumes d'eau produits, variables centrales de notre étude. Le déroulement de l'application empirique de la fonction de coût vérifie bien ses propriétés économiques théoriques. Une fois ces tests préliminaires réalisés, nous utiliserons les estimations des paramètres de coût pour étudier la substitution des facteurs de production. Enfin, nous calculons les valeurs des rendements de réseau définis dans le chapitre précédent, ainsi que celle des coûts marginaux, et de leurs élasticités.

Sur la base d'une étude classique des coûts de production, l'idée originale de notre travail réside dans la prise en compte explicite, dans la modélisation économique, de la fréquence de distribution d'AEP, et les pertes d'eau en réseau et leur intégration dans les décisions des exploitants des services d'eau. De plus, notre analyse technique des réseaux par

¹⁵Article de Maya Khelladi, Economiste de l'eau. « le secteur de l'eau en Algérie : le programme d'assistance technique remboursable » Janvier 2008.

le biais de l'estimation des rendements de réseau sera également un apport important de cette application au secteur de l'eau potable en Algérie.

La seconde contribution de cette thèse est consacrée à une revue de la littérature existante concernant les estimations des fonctions de demande domestique en eau. Nous montrons que la demande d'eau des usagers domestiques résulte d'un comportement d'optimisation d'une fonction objectif sous un ensemble de contraintes.

Les usagers domestiques maximisent leur utilité sous leur contrainte de budget. Dans ce cas, la quantité d'eau demandée est une fonction de l'ensemble des paramètres du programme de maximisation de l'agent : prix, revenu et caractéristiques sociodémographiques pour l'utilisateur. Enfin, nous terminons par le choix des variables retenues dans le modèle, en particulier la spécification du prix dans la fonction de demande. Cette variable du prix a suscité de nombreux débats entre les chercheurs, et a constitué un domaine d'étude important pendant les années 1980. Les uns faisant l'hypothèse d'information parfaite des consommateurs, préconisent l'utilisation du prix marginal (le prix de la dernière unité consommée), les autres rejetant cette hypothèse, prônent l'introduction du prix moyen (montant de la facture divisé par le volume d'eau consommé).

Enfin, l'objet du chapitre 4 est d'estimer la fonction de demande d'eau des ménages en Algérie, en présence d'une tarification par tranches progressives, afin d'évaluer l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu. La méthodologie utilisée consiste à appliquer les méthodes de panel sur une base de données de 91 communes observées sur 16 trimestres (de 2004 à 2007). Sur la base de ces données, nous proposons une méthode d'approximation des proportions d'utilisateurs dans chaque tranche de consommation, ce qui permet une modélisation ainsi qu'une estimation du choix du bloc opéré par les usagers dans la première étape. L'estimation de la fonction de demande est conduite dans la seconde étape.

La troisième partie de cette thèse est réservée à la tarification des services d'eau potable. Dans un premier chapitre, nous procédons à une étude sur l'apport de la théorie économique dans la définition des systèmes tarifaires, après avoir étudié les spécificités du "secteur de l'eau en Algérie". Il sera en effet important de prendre en compte les particularités de cette industrie dans le modèle que nous aurons proposé par la suite.

Dans le chapitre cinq, nous allons décrire les systèmes tarifaires en présence concernant le secteur de l'eau. Une attention particulière sera portée au problème lié au

recouvrement du coût. Ici, on va procéder à la fixation du prix de vente au coût marginal de l'entreprise (caractéristique de l'équilibre concurrentiel). Cette tarification ne permet cependant de couvrir que les coûts variables de la production, ce qui entraîne pour l'entreprise des pertes à hauteur de ses coûts fixes. Le financement des coûts fixes peut alors être assuré soit par une subvention correspondante, financée le plus souvent par l'impôt. C'est la raison pour laquelle, il est souvent plus raisonnable de supposer que le monopole public est astreint à respecter une contrainte d'équilibre budgétaire : financer les coûts par les recettes au moins équivalentes devient alors une contrainte dont il faut s'accommoder, et qui doit être prise en compte pour définir la politique tarifaire.

Le chapitre 6 de cette fin de thèse est réservé à l'analyse et l'approfondissement des résultats du chapitre précédent via des données commerciales sur la consommation en eau de chaque tranche ménage, et les factures correspondantes qui proviennent du Ministère des Ressources en Eau. L'objectif principal de cette partie est de mettre en évidence l'existence d'une information par la modélisation économique des relations entre les évaluations des différentes notions de coûts, et l'élasticité-prix de la demande. Puis, nous essayons de valider cette thèse par une application empirique sur notre échantillon. Nous procéderons donc à l'aide de ces données, à une estimation des prix des services d'AEP, à partir de la fonction de demande et celle du coût, nous allons mettre en œuvre un exercice de simulation des tarifs optimaux, et donne à cette étude toute son originalité.

Chapitre préliminaire :

*Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

1. Introduction

Bien que l'Algérie dispose de ressources en eau relativement rassurantes, leur gestion s'avère complexe. Les acteurs de l'eau sont nombreux et agissent de manière très centralisée, la plupart d'entre eux dépendant d'ailleurs du Ministère des Ressources en Eau (MRE). Les Agences de Bassins Hydrographiques et les Comités de Bassins Hydrographiques ont été créés pour rationaliser la gestion de l'eau tant sur les aspects quantitatifs que qualitatifs. En pratique, ils éprouvent de grosses difficultés à réaliser leurs missions. Le programme doit permettre au MRE de mettre au point et de tester une nouvelle approche de gestion intégrée des ressources en eau "par bassin hydrographique".

L'alimentation en eau potable (AEP), la collecte et le traitement des eaux usées (assainissement) sont des services d'intérêt général puisque l'eau et son recyclage sont indispensables à la vie et à l'organisation des activités économiques, mais sont aussi des activités industrielles et commerciales qui donnent à l'eau un caractère de marchandise. Les spécificités de bien eau et de son marché font appel à de nombreuses notions économiques.

La nature collective du service de l'eau potable permet de classer l'eau dans la catégorie des biens de club¹. En effet, sa consommation n'entraîne pas, dans les pays équipés et hors pénurie particulière, de rivalité entre les usagers mais certains peuvent en être exclus. Les externalités de demande sont une conséquence de cette caractéristique : le bien-être de chacun est croissant avec le nombre d'usagers raccordés au réseau puisque les coûts sont partagés. Les problèmes de qualité de l'eau entraînent eux aussi des phénomènes d'externalité puisque les actions de certains usagers (pollueurs) peuvent avoir un effet négatif sur d'autres sans que cela soit pris en compte par le marché.

Le secteur de l'eau est une industrie de réseau qui lui donne une infrastructure particulière reposant sur les interconnexions de ses canalisations. C'est un domaine dans lequel la situation de monopole naturel peut difficilement être remise en cause en raison de sa structure technologique et des coûts fixes spécifiques très élevés. L'organisation la plus efficace pour distribuer de l'eau potable ou collecter les eaux usées est donc l'exploitation d'un seul réseau de canalisations par une seule entreprise satisfaisant la totalité de la demande et qui aura des coûts inférieurs à plusieurs se partageant cette demande². Néanmoins, à l'instar de certaines industries de réseau comme le gaz, l'électricité et les télécommunications, il

¹ Boyer et Garcia (2002).

² Les coûts moyens d'une entreprise sont décroissants pour tout niveau de production.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

serait possible d'organiser un système de concurrence pour une partie de ses activités. L'étendue du monopole peut être réduite par la séparation de la production et de la distribution. Ainsi dans le secteur de l'électricité, il est maintenant courant de voir des générateurs détenus par des entreprises en concurrence alors que la distribution se fait le long d'un seul réseau.

Dans le cas de l'AEP, on peut également imaginer la coexistence de plusieurs entreprises en charge de l'extraction de l'eau brute et de son traitement, à des points différents d'une même nappe d'eau ou bien sur des ressources différentes. Chaque usine de production pourrait proposer la vente d'eau potable à une seule entreprise qui, elle, la distribuerait aux usagers finals. Or, cette solution n'a jusqu'à présent que rarement été mise en place, probablement à cause du caractère particulier de la ressource et des problèmes de propriété que poseraient les stocks naturels d'eau. L'autre raison avancée est que le gain en termes de coût est négligeable tant les dépenses liées à la distribution et à son réseau sont prépondérantes dans le coût total. Pendant longtemps, le consensus autour de la structure monopolistique des industries de réseau (souvent définies comme des services publics) a fait du mode de gestion publique une généralité. Le domaine de l'eau demeure un secteur où la notion de monopole naturel garde toute sa pertinence. Il est en effet très peu réaliste d'envisager la mise en place de réseaux concurrents compte tenu des coûts importants des infrastructures durablement irréversibles³.

Cette duplication entraînerait par ailleurs, l'utilisation d'un réseau commun par plusieurs distributeurs. Ceci est actuellement possible dans certains secteurs tels que ceux des télécommunications ou de l'électricité, mais pose des problèmes techniques (maintien de pression, gestion de qualité hétérogènes...) non encore résolus dans le cas de l'eau. On imagine encore plus difficilement le partage des canalisations entre l'eau potable et d'autres substances. De ce fait, en l'état actuel des techniques et compte tenu des perspectives d'évolution (aucune révolution technologique majeure ne semble prévue à moyen terme), le caractère monopolistique de cette industrie reste pour l'instant incontestable et incontesté, limitant les opportunités de concurrence sur le marché. Des solutions en termes de régulation s'imposent⁴. Dans ce contexte économique et juridique complexe, la théorie économique de la réglementation a pour but de pallier les imperfections du marché en réglementant pour

³ Généralement, les durées de vie des investissements de cette industrie dépassent quatre (4) décennies, donc sont remarquablement longues (Cowan, 1993).

⁴ Voir Sage (1999) p 141.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

rechercher l'intérêt général. Le choix réglementaire commence par le choix de mode de gestion du service en question. On remarque que les modes de gestion adoptés sont souvent liés à l'histoire du pays. Alors que dans les autres pays d'Afrique du Nord, la distribution d'eau potable et l'assainissement se caractérisent par l'utilisation de modes de gestion relativement uniformes : entreprises publiques locales (SONEDE) en Tunisie, entreprises privées au Maroc (Veolia Eau), et en Algérie, l'entreprise publique nationale (ADE). Pendant quelques années, l'Algérie connaît aussi une ouverture vers le marché privé ; du groupe Suez Environnement pour la gestion de services publics de l'eau et d'assainissement au niveau de la capitale. La réglementation algérienne vise à faire sortir la gestion de l'eau en Algérie du "tout Etat" sans, pour autant, la faire tomber dans le "tout privé". On appelle cela le partenariat public privé (PPP). Le texte prévoit donc un mécanisme de base, la concession octroyée par l'Etat aux personnes morales de droit public, et un mécanisme complémentaire, la délégation de service public contractuellement par l'Etat ou les concessionnaires à des opérateurs publics ou privés. Dans le mode de gestion déléguée par contrat, la collectivité locale confie à une entreprise privée tout ou partie de l'exploitation des infrastructures mais conserve les pouvoirs d'autorité, d'organisation et de contrôle, pouvoirs dont relève notamment la fixation du tarif (c'est l'exemple français de l'intervention du privé). La privatisation du service public à travers une cession pure et simple des actifs au secteur privé est écartée en Algérie. Le gouvernement veut une action énergique dans le domaine de la distribution en faisant appel à l'expertise extérieure qui consiste en un appui au management et à la remise à niveau des systèmes, préalable à la concession envisagée pour les partenaires nationaux et étrangers. L'intervention des partenaires étrangers est justifiée par la situation critique de l'Algérie en matière d'eau exprimée par le ratio établi entre les ressources renouvelables et la consommation : $500\text{m}^3/\text{hab}/\text{an}$. Les spécialistes estiment que si la ressource naturelle en eau tombe à moins de $1000\text{m}^3/\text{hab}$ en année moyenne, elle devient une ressource rare. Cette situation s'appuie sur un facteur objectif, l'Algérie est un pays aride et semi-aride, et sur les données liées à la croissance démographique, et au développement économique et social, qui entraînent de plus grands besoins en eau et une demande plus forte, alors que les ressources en eau sont limitées et de faible qualité.

Le problème essentiel du régulateur est donc de concevoir un système qui puisse lui donner accès à la meilleure information. Une solution souvent adoptée consiste à fixer un objectif de production (volume d'eau potable à mettre à disposition ou volume d'eaux usées à traiter) avec une certaine qualité de service, à différentes entreprises en concurrence pour

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

l'exploitation du service d'eau potable. L'entreprise qui proposera le prix le plus bas sera celle qui remportera ce type d'enchère. Cependant, pour prendre en compte l'évolution de la technologie et de la demande, ce mécanisme de sélection devrait être répété le plus souvent possible. Cette concurrence n'est que préalable puisqu'elle ne joue qu'au moment de la mise aux enchères⁵. En outre, le contrat passé avec l'exploitant doit être d'une durée suffisante pour que ce dernier puisse développer puis amortir ses investissements. Les usagers ne bénéficient plus alors en permanence du meilleur prix possible. Ces différents constats donnent une idée des difficultés rencontrées par les responsables de l'organisation des services d'eau.

L'analyse du secteur de l'eau s'avère nécessaire pour faire l'état des lieux et orienter les moyens disponibles vers une plus grande accessibilité des populations aux services publics d'eau potable et d'assainissement.

Décrire l'organisation et la réglementation des services liés à l'eau reste un exercice difficile tant les domaines d'activité (techniques, économiques, juridiques et institutionnels) et leurs relations sont nombreuses et complexes. Toutefois, avant d'entreprendre l'analyse économique d'un secteur d'activité, il est indispensable d'en connaître les mécanismes et le fonctionnement. Tout en décrivant les spécificités de la distribution d'eau potable et de l'assainissement, l'accent sera mis sur trois aspects essentiels : l'organisation du secteur, la nature de service public des activités et les problèmes de réglementation des services.

Ce chapitre préliminaire a pour objectif d'offrir une description générale du secteur de l'eau en Algérie. On aborde dans la première section, l'historique du secteur de l'eau afin de bien comprendre pourquoi et comment le consommateur va ajuster le bien qu'il attache au régime juridique des ressources en eau, et aux différents types de délégation de gestion observés depuis l'époque coloniale. Dans la section 2 de ce chapitre, nous fournissons un panorama de l'état de la ressource et de l'économie du secteur. La section 3 explique comment les services d'eau potable et d'assainissement sont organisés en Algérie. Nous décrivons la structure économique du secteur, le rôle des différents intervenants et les différents modes de gestion. Nous examinons également l'évolution du cadre législatif du secteur de l'eau en quatre dates. La nature du service public et son financement font l'objet

⁵ Voir Gatty (1998).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

des sections 4 et 5. Enfin, la section 6 analyse les mécanismes réglementaires du point de vue de la théorie économique des incitations et des contrats.

1.1 De l'usage agricole à l'usage urbain : options et contradictions

L'histoire juridique de l'Algérie en matière de la gestion de l'eau est liée à la loi française. En 1962, l'Algérie commence par maintenir l'organisation de l'hydraulique héritée du système colonial. Entre 1962 et 1969, des signes de changement apparaissent. Ainsi certaines réalisations, reconstruction du barrage Fergoug et surélévation des zardézas témoignent déjà du souci de servir l'industrie naissante à Annaba, Skikda et Arzew. Des équipements hydrauliques qui leur sont nécessaires, comme la conduite d'eau pour Annaba et El-Hadjar sont entrepris et menés à bien, ce qui n'est pas le cas pour des projets à vocation agricole. "Cette étape est caractérisée par un changement dans l'approche de la question hydraulique, par la mise en place d'un cadre institutionnel innovant, par un programme ambitieux et cohérent, mais par des résultats décalés relativement à ces options"⁶.

Dès l'indépendance, les dirigeants algériens refusent de s'en tenir à l'approche d'une rareté absolue de l'eau qui prévalait auparavant. Pour eux, l'eau n'est pas seulement une matière fluide ou un potentiel mais aussi l'expression d'une relation sociale qui détermine le sens des règles de sa gestion, de son appropriation et de son utilisation. Si l'eau est un problème en Algérie, cela ne provient pas uniquement des conditions climatiques, géographiques particulièrement défavorables au développement. " La ressource en eau est aussi le produit de transformations techniques et se trouve à l'intersection de deux espaces, physique et socio-économique"⁷. À partir de 1980, les usages urbains vont être privilégiés pour une ville qui concentre à la fois les forces politiques et les tensions sociales. La double option choisie – l'eau pour l'usage de la ville, une gestion selon les mécanismes du marché – n'a rien d'une évidence en Algérie, et est même contraire à la mentalité traditionnelle. Elle sera légitimée par des arguments issus de la réalité nationale ou internationale.

Le passage de l'eau pensée principalement comme liée à la production agricole, à l'eau affectée prioritairement à la ville et valorisée par les usages qu'elle en fait, s'organise donc. Il se traduit par la définition et la mise en place d'un cadre réglementaire pour la gestion urbaine de l'eau, ainsi que par l'affirmation de choix politiques en matière de production de la

⁶ Voir Amzert (1995).

⁷ Idem (6) p. 36.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

ressource et d'affectation pour le court terme et le long terme. De manière générale, la maxime principale du droit coutumier africain basé sur le principe de la « communauté d'intérêts » marque la perception des populations pour ce qui est des ressources en terre et en eau. C'est la communauté dans son ensemble qui se charge de leur utilisation, de leur répartition et de leur administration.

1.2 Propriété ou autre régime juridique des ressources en eau

En Algérie, l'Etat est propriétaire de toutes les ressources en eau, qu'elles soient superficielles ou souterraines. " Les textes définissant la propriété de l'eau et en réglementant les usages datent de la période coloniale pour la plupart d'entre eux. Ils ne sont pas en conformité avec les options du pays ni cohérents avec la législation actuelle. Les responsables du secteur de l'hydraulique devront faire des propositions s'articulant autour de deux éléments : l'affirmation de la domanialité publique de toutes les eaux nationales souterraines ou superficielles, la définition et la réglementation de certains droits d'usage (en particulier les nappes phréatiques) "⁸. Le droit d'accès à l'eau potable et à l'assainissement en Algérie est garanti dans divers textes juridiques et sa mise en œuvre prend en compte aussi bien les aléas climatiques qu'une diversification tarifaire. Malgré la rareté de la ressource, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement reste pour l'Etat Algérien un droit fondamental au prix d'un difficile équilibre entre le principe du droit d'accès à l'eau et le principe du recouvrement des coûts. L'Algérie tente par différents moyens, d'assurer à moyen et long termes les besoins en eau pour la population et le développement socio-économique en général. La perspective institutionnelle du secteur de l'eau en Algérie est axée sur le bien-être de la population. La constitution stipule que les ressources en eau appartiennent à la population et doivent être utilisées pour le bien et la prospérité de la nation. L'accent est mis sur la protection de l'environnement. Ces objectifs sont définis dans deux cadres législatifs.

La loi 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'eau en tant que milieu récepteur, et la loi 83-17 du 16 juillet 1983 portant sur le code des eaux. Cette dernière définit les orientations d'une politique nationale de l'eau. Attendue depuis 1970, elle devait accompagner la révolution agraire à une époque où l'eau était prioritairement associée au principe de la mise en valeur des terres⁹. Le code des eaux confirme le monopole de l'Etat et

⁸ Rapport général du premier plan quinquennal 1980-1984, p.339.

⁹ OMS, 1976, état d'un projet élaboré entre le SEH et le MARA.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

de son administration sur la ressource. Il légalise les mesures imposées par la Banque Mondiale, notamment la "vérité des prix".

Le régime de la concession y est défini comme un acte de droit public par lequel l'administration charge une personne morale d'assurer un service d'intérêt public. Cette loi instaure le principe du volume enregistré au compteur et de la tarification pour l'hydraulique, elle prévoit la création d'Offices des Périmètres Irrigués (OPI) dans toute zone d'irrigation.

Le Code de l'Eau donne la priorité première de l'utilisation des ressources en eau à l'alimentation en eau potable, suivie de l'irrigation et de l'industrie. Le décret N° 92-100 réglemente l'établissement et l'exploitation des services de distribution d'eau dans le pays. La réglementation de l'exploitation des grands périmètres d'irrigation est établie dans les décrets N° 85-259 et 261 émis en 1985. Les dispositions relatives au patrimoine foncier et sa gestion sont réglementées par la loi N° 84-16 du 30 juin 1984. Il faut cependant noter que, si ces règlements sont pleins de bonnes intentions, leur application n'a pas toujours suivi. C'est particulièrement le cas pour les réglementations relatives aux problèmes d'environnement et de fixation des prix¹⁰. C'est au vu de quelques constats que les dirigeants en charge de l'hydraulique ont commencé à élaborer les bases de ce qu'il a été convenu d'appeler la nouvelle politique de l'eau. Cette politique s'articule autour de trois grands principes¹¹

L'eau est un bien économique :

On doit donc au moins s'attacher à déterminer le coût réel de l'eau distribuée. Le prix auquel, on fait ensuite payer l'utilisateur relève d'un autre niveau de décision politique, lié à des contraintes économiques et sociales. Ceci étant, le prix du mètre cube d'eau a connu, ces dernières années, des augmentations substantielles, et la taxe d'assainissement, symbolique jusqu'en 1993, a été d'abord portée à 10 % puis à 20 % de la facture d'eau potable.

L'eau est rare et vulnérable :

A ce titre, elle doit faire l'objet d'une protection quantitative et qualitative. La gestion de l'eau doit être assurée de façon intégrée, à l'échelle d'une unité naturelle qui est le bassin hydrographique. On doit donc à la fois mettre en place les instruments de cette gestion par bassin, mais aussi l'ensemble des outils réglementaires, nécessaires pour assurer la protection quantitative et qualitative des ressources en protégeant au mieux les écosystèmes.

¹⁰ Etude des coûts et tarifs de l'approvisionnement en eau potable et industrielle : exécution : Managed Information Système, INC. MIS, 5 Octobre 1995, p. 24.

¹¹ Kherraz (1996).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

L'eau est l'affaire de tous :

Il faut donc apprendre à développer la concertation, pour que les décisions prises ne soient plus le fait d'un décideur unique, mais plutôt d'un consensus autour d'objectifs discutés puis arrêtés d'un commun accord. Depuis 1993, le Ministère de l'Équipement a engagé une vaste campagne de sensibilisation et de concertation avec l'ensemble des partenaires (Agriculture, Industrie, Collectivités locales, Associations d'usagers, Associations de protection de l'environnement, etc...). Ceci a abouti, fin 1995, à la tenue d'Assises Nationales de l'Eau, au cours desquelles ont été adoptés les principes évoqués plus haut, de la nouvelle politique de l'eau. Dès Juin 1996, le Code de l'Eau est modifié, introduisant notamment la possibilité, pour les maîtres d'ouvrages de concéder leurs installations d'eau potable et d'assainissement à des opérateurs privés. Fin Août 1996, cinq Agences de Bassins Hydrographiques, et cinq Comités de Bassin sont créés, couvrant la totalité du territoire national¹². Ces agences de bassins hydrographiques sont des établissements publics à caractère industriel et commercial, dont les missions sont notamment, la mise à jour du cadastre hydraulique, de donner un avis technique sur toute demande d'utilisation du domaine public hydraulique et de participer aux opérations de surveillance de l'état de la pollution des ressources en eau. Elles gèrent les contributions et aides de l'Etat destinées à promouvoir et à soutenir les projets et actions visant l'économie et la préservation de la qualité de l'eau, et qui couvrent les territoires suivants.

- ❖ Oranie-Chott Chergui ;
- ❖ Cheliff Zahrez ;
- ❖ Algerois-Hodna-Soummam ;
- ❖ Constantinois-Seybousse-Mellegue ;
- ❖ Sahara.

Les exigences d'efficacité économique ainsi que la transition vers l'économie de marché ont amené les autorités algériennes à initier de profondes réformes institutionnelles. Il s'agit en premier lieu de la modification de la loi portant code des eaux par l'accès des personnes morales de droit privé à la gestion du service public de l'eau. Dans ce cadre, l'Agence Nationale de l'Eau et de l'Assainissement vient de lancer un avis de pré qualification national pour la sélection de sociétés privées afin de gérer des réseaux d'alimentation en eau potable.

¹² Idem (11).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

La création d'agences régionales de bassin permettra une gestion de l'eau dans son milieu naturel qu'est le bassin hydrographique par :

- une utilisation rationnelle des ressources en eau ;
- la protection contre la pollution ;

• la concertation entre les différents utilisateurs ; la concertation est l'un des maître mots de la nouvelle politique de l'eau. C'est pourquoi cette dernière devait être assurée, à l'intérieur du bassin, par un comité de bassin, composé à parts égales, de représentants de **l'administration**, des **élus locaux** et des **usagers**. Ce comité est chargé de débattre de toutes les questions liées à l'eau, et notamment de l'affectation des ressources entre les différents utilisateurs, et des actions à envisager pour la protection de ces ressources. Les unités gestionnaires des services d'eau sont chargées de facturer et de collecter la redevance d'assainissement et les taxes sectorielles (Fonds National de l'Eau Potable et Fonds de Gestion Intégrée de la Ressource). Cependant, du fait de leurs difficultés financières, notamment des impayés des communes au titre de leur consommation d'eau potable, elles ont tendance à conserver les produits collectés à ce titre. Le fonds national de gestion des ressources intégrées sera alimenté par les produits des redevances pour « l'économie de l'eau » et « qualité de l'eau ». Ces deux redevances ont été instituées en 1996 pour alimenter le « Fonds National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau ». Elles sont fixées actuellement à 4 % chacune pour les wilayas du Nord et à la moitié (2 %) pour les wilayas du Sud. L'annexe A présente un descriptif détaillé du contenu des objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion, et au développement durable des ressources en eau.

La sensibilisation des populations aux problèmes de l'eau et leur participation active à sa préservation et sa protection sont très importantes, dans la mesure où les utilisateurs peuvent remédier beaucoup aux insuffisances et peuvent également contraindre les décideurs à prendre en considération la valeur réelle des ressources en eau. Ce n'est certes pas facile, mais les faits montrent bien que la participation des populations peut effectivement être payante pour la mise en œuvre de programmes de gestion de l'eau qui apparaît comme un problème essentiel.

*Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

Tableau.1 : Population totale pour l'ensemble de l'Algérie à la date des recensements
1966, 1977, 1987, 1998 et 2008¹³.

Année	Population					Taux d'accroissement annuels				
	1966	1977	1987	1998	2008	66- 77	77- 87	66 - 87	87- 98	98- 08
-	12 022 001	16 948 007	22 971 558	29 100 862	34 800 000	3,17%	3,09%	3,13%	2,17%	1,72%

Source: ONS, MRE/AEP

Lorsqu'on est un pays comme l'Algérie, confrontée à une croissance démographique, difficile à contrôler, entraînant une croissance exponentielle de la demande en eau, il est normal que l'on cherche avant tout à faire adhérer la population afin de préserver l'eau et trouver des solutions adéquates.

Le cycle domestique de l'eau (Petit cycle de l'eau, Figure 1)

Du point de captage au robinet, un parcours technique : depuis son captage (barrage ou dans une nappe d'eau souterraine) jusqu'au robinet, l'eau nécessite de nombreuses opérations destinées à la traiter, la stocker, la transporter, la distribuer, ensuite collecter et épurer les eaux usées :

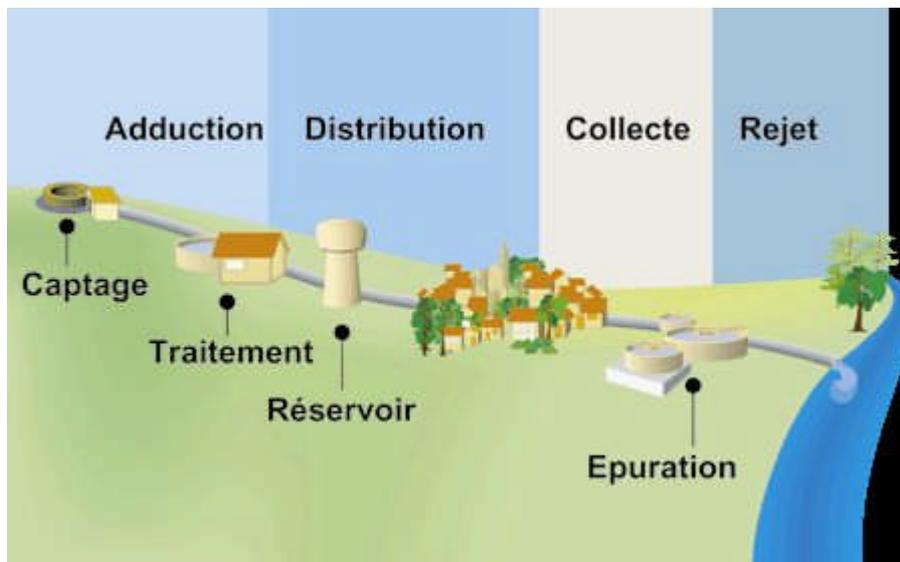


Figure 1 : Schéma du cycle, du captage au rejet après assainissement

Source : [<http://www.extranet.eau-adour-garonne.fr/internet/>]

¹³ Office National des Statistiques, 2008.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

• **Captage de l'eau "brute"** en amont de l'agglomération : les ressources pour l'alimentation proviennent essentiellement des barrages et des nappes souterraines. Pour ces dernières étaient surexploitées, mais elles participent à l'alimentation de façon significative malgré que leur contribution reste faible, comparée à l'apport des barrages. Aussi, le programme de dessalement de l'eau de mer, qui vise à garantir l'approvisionnement en eau potable pour les villes côtières a été mis en place.

• **Traitement pour la rendre potable** : une fois prélevée, l'eau subit un certain nombre de traitements plus ou moins sophistiqués dans l'usine de production d'eau potable. L'eau des nappes souterraines ne nécessite en général qu'un simple traitement de désinfection. Celles-ci sont beaucoup mieux protégées des pollutions grâce à la filtration naturelle du sol. Les eaux de surface sont en revanche beaucoup plus sensibles aux pollutions dues aux activités humaines et leur traitement doit être plus élaboré. Les procédés de traitement dépendent avant tout de la qualité des eaux brutes et ont pour objectif de la rendre propre à la consommation humaine.

• **Transport et stockage** : l'eau potable est ensuite conduite au robinet des différents usagers au travers d'un réseau de canalisations ou est stockée dans des réservoirs ou dans des châteaux d'eau. C'est l'ensemble de ces opérations qui détermine le coût de l'eau du robinet.

Le mode actuel de tarification et de financement du cycle urbain de l'eau ne recouvre pas le coût total de l'eau, et ne permet pas non plus de respecter le principe de gestion durable de la ressource. En général, les tarifs pratiqués par l'Algérienne des Eaux (ADE), pour la vente d'eau potable sont très inférieurs à ceux qui résultent du calcul des coûts. Leur évolution est doublement limitée: d'une part par la capacité de paiement des usagers et notamment des ménages, et d'autres part par la pauvreté de la qualité du service qui ne donne pas satisfaction aux utilisateurs. Sur ce point, "un système de tarification qui apporte des solutions fondamentales à ces problèmes s'impose plus que jamais".¹⁴ Il est tout à fait clair qu'il ne peut y avoir de développement durable sans la maîtrise de la ressource en eau particulièrement pour les pays arides et semi arides. Une gestion efficace des services d'eau potable revient à faire payer à chaque usager un prix égal au coût de mise à disposition de la ressource, intégrant à la fois le coût de production et d'acheminement et la rente associée à la ressource. Dans les pays pauvres en eau tels que les pays d'Afrique du Nord, du Proche et du Moyen-Orient, où le volume de ressource renouvelable par habitant est relativement faible,

¹⁴ Boukhari et al. (2008).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

l'application de ce principe conduirait à une hausse du prix de l'eau telle que certains usagers seraient exclus de sa consommation. Pour cette raison, l'Algérie et certains pays du Moyen-Orient ont recours aux techniques de dessalement de l'eau de mer, malgré que cela soit très coûteux en énergie. Ce procédé reste envisageable dans les pays dotés de ressources énergétiques importantes. Certains pays ont adopté la technique de l'arrosage goutte à goutte, au coût d'investissement très élevé, mais qui permet de limiter fortement les pertes. Dans les pays où ces solutions sont très onéreuses, des choix politiques devront être effectués pour déterminer les usages prioritaires de la ressource.

2. Etat de la ressource et marché de l'eau en Algérie

2.1 Données sur la ressource

L'eau est un élément de la vie quotidienne, et elle est si familière, qu'on oublie souvent son rôle, son importance et sa nécessité absolue. Sans l'eau, la terre ne serait qu'un astre mort, et aucune vie humaine, biologique ou animale n'existerait. Devant les besoins croissants en eau douce, et l'impossibilité de se contenter des ressources naturelles, l'humanité est conduite à étudier et à développer divers procédés permettant de l'obtenir à partir des eaux de mers, des eaux saumâtres, et des eaux usées dans des conditions admissibles techniquement et économiquement. Pour cela, elle est essentielle à toute forme de vie, et qui de surcroît ne possède aucun substitut parfait. Ses usages sont multiples : domestiques, agricoles, industriels, etc. Il s'agit d'un bien fragile, volumineux et lourd, et donc difficile à transporter.

Les ressources en eau sont globalement rassurantes en Algérie. Les besoins de la population sont globalement satisfaits, et des avancées appréciables sont constatées, soit par la construction ou la remise en état des barrages. Ajoutons à cela des stations de dessalement d'eau de mer réalisées et celles qui sont en cours de réalisation. On peut alors dire que les capacités de barrage, et des réserves assureront l'alimentation en eau potable car l'Etat sécurise l'alimentation en eau potable, mais ce n'est pas suffisant. Les usagers de la ressource doivent aussi participer aux efforts de préservation de ce précieux liquide. Il est important de souligner les efforts considérables réalisés ces dernières années, et la volonté des différents responsables à tous les niveaux d'améliorer la situation globale de la ressource en eau.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

Le pays est divisé en 5 bassins hydrographiques regroupant les 19 bassins versants du pays. Les ressources en eau superficielles renouvelables totales internes¹⁵ sont estimées à 13,2 Milliards de m³ /an pour l'ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface, qui ne renferme que 0,6 Milliards de m³/an. Les ressources en eau souterraine renouvelables contenues dans les nappes du Nord du pays sont estimées à près de 1,7 Milliards de m³ /an. Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. Le Sud de l'Algérie se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraine très importantes provenant des nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal. Considérant une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines estimée à 1 Milliard de m³ /an, les ressources totales renouvelables internes s'élèvent à 13, 9 Milliards de m³ en année moyenne. Les ressources exploitables sont estimées à 7,9 Milliards de m³/an en moyenne annuelle¹⁶.

L'hydraulique humaine couvre l'ensemble des activités d'alimentation en eau des populations. Elle se subdivise en deux branches : urbaine et rurale. La longueur totale des réseaux d'alimentation en eau potable s'élève à 67 879 Km, dont 23 171 Km pour l'adduction et 44 708 Km pour la distribution. Le nombre total des ouvrages de stockage d'alimentation en eau potable s'élève à 10 389 réservoirs et châteaux d'eau. La capacité globale de stockage est de 4 482 637 m³. Elle fait relativement peu appel aux eaux de surface pour l'instant. En effet, les ressources en eau de surface représentent en moyenne 27% du volume total d'eau produit contre 73% pour les eaux souterraines. L'usage prépondérant des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable des populations se justifie par le fait que la capitale Alger qui est la plus grosse consommatrice d'eau est alimentée à partir des eaux souterraines. Les deux plus gros centres provinciaux alimentés à partir des eaux de surface sont les villes d'Annaba à partir du barrage Fergoug et la surélévation des zardézas avec un volume de 1.111 m³/ an. Les écoulements superficiels sont assez importants dans la région du Constantinois, de l'ordre de 934 m³/an. Les populations rurales sont, quant elles, alimentées à partir de points d'eau villageois (puits et forages). Les besoins domestiques dépendent de différents facteurs, le niveau de vie des populations étant le plus souvent déterminant. Les résultats du recensement de 1998 donnent pour chaque commune la répartition du type d'habitat selon quatre classes : habitat précaire, immeuble, maison traditionnelle et maison individuelle (type

¹⁵ Ressources internes = Précipitations – évapotranspiration + apports des fleuves des pays voisins.

¹⁶ SEMIDE, Novembre 2005, P 16. Approvisionnement en eau et assainissement au niveau local.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

d'un niveau de confort supérieur au type "maison traditionnelle"). La classification ainsi définie ne différencie pas complètement les niveaux de vie, sauf pour la classe "précaire". En effet, les populations vivant en immeuble sont considérées comme ayant en moyenne un niveau de vie inférieur à celui des populations vivant en maison individuelle, alors qu'il existe des immeubles de luxe et des maisons individuelles de piètre niveau de confort. Ceci a amené à resserrer les écarts entre les niveaux de consommation journalière individuelle en augmentant la valeur la plus basse en milieu urbain (immeuble et maison traditionnelle) et en diminuant la valeur haute (maison individuelle).

Les besoins ont été évalués, avec différenciation entre les besoins en milieu urbain (en fonction du type d'habitat) et en milieu rural. "Les dotations domestiques retenues pour l'année de base 2002 sont les suivantes : "¹⁷

Population rurale – 75l/j/hab.

Population urbaine :

Habitat précaire – 60l/j/hab.

Immeuble – 90l/j/hab.

Maison traditionnelle – 90l/j/hab.

Maison individuelle – 120l/j/hab.

Ces dotations nettes prennent en compte les niveaux de consommation des populations dans des zones géographiques relativement semblables à l'Algérie du Nord. Les principaux besoins en eau sont ceux qui concernent l'irrigation des parcelles en culture, notamment des grands périmètres irrigués. Ils sont généralement satisfaits à partir de barrages, plus rarement à partir de grands aquifères, et sont exprimés en volume annuel (465 Mm³/an en 2002) mais ne sont satisfaits que durant des périodes de temps limitées variant en fonction de périmètres. En principe, il n'y a pas d'interaction entre les besoins en eau urbain et les besoins pour l'irrigation. Cependant, du fait de la pénurie en eau des dernières années, dans de nombreux cas, l'approvisionnement des grands centres n'a pu se faire qu'en utilisant l'eau de barrages qui avaient avant tout une vocation agricole, inversement la réduction de l'approvisionnement des périmètres à partir des barrages a intensifié le prélèvement des eaux souterraines au profit de l'irrigation, alors que l'eau souterraine devrait être préférentiellement réservée au besoin en

¹⁷ MRE / SAFEGE - Novembre 2003, p. 7. Département International - Bureau d'études «Etude Générale sur le Dessalement de l'Eau de Mer».

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

eau potable. Les besoins industriels se décomposent en besoins pour la petite industrie et la grande industrie.

Les prélèvements d'eaux brutes pour faire face à l'ensemble des besoins (centrales électriques, collectivités locales, agriculture et industries) ont été de 6.074 Milliards m^3 en 2000. Mais le total des consommations nettes annuelles ne représentent que 600 millions de m^3 , ce qui correspond à 55 litres par jour et par habitant (l/j/hab). Il s'agit d'une moyenne nationale qui recouvre (i) de larges disparités géographiques et (ii) d'importantes variations saisonnières et annuelles, fonction des ressources en eau disponibles¹⁸.

Les hommes utilisent des quantités d'eau importantes mais la disparité de la consommation selon les pays, les habitudes et les usages est nette. Dans les pays de l'OCDE¹⁹, la moyenne de consommation domestique par habitant s'établit à environ 180 litres par habitant et par jour. Elle atteint plus de 400 litres dans certaines villes des Etats-Unis. Parallèlement, dans beaucoup de villes d'Afrique, la consommation quotidienne est inférieure à 30 litres. En Algérie, la consommation moyenne des habitants des communes gérées par les établissements s'élève à environ 80 litres par jour et par habitant (l/j/hab) toutes catégories confondues. Un foyer de 5 personnes consomme en moyenne 146 m^3 d'eau par an. Cependant, ce chiffre diffère selon les différentes variables socio-économiques (habitat, âge...) et climatiques et le revenu des personnes. Dans les projections, un ratio compris entre 100 et 125 l/j/hab a été utilisé en fonction de l'importance des agglomérations. La consommation d'eau potable augmenterait d'environ 600 millions de m^3 en année 2000 à près de 1,4 milliards de m^3 en 2005 (soit exactement 1,335 milliards de m^3)²⁰. Sur la base d'un objectif d'amélioration des rendements de 50 % à 75 %, correspondant à une réduction des fuites physiques et du sous-comptage, les besoins de production annuelle s'élèveraient à 1,9 milliards de m^3 (1,6 milliards pour les établissements et 275 millions de m^3 pour les régies).

Alimentation en eau de la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH)

L'eau à usage agricole destinée pour l'essentiel à l'irrigation, devient alors le premier poste de consommation, avec 65% des prélèvements, équivalent de 3.938 Milliards de m^3 .

¹⁸ MRE/SOGREA-ICEA – 16241/PGN/0 – 35 00 30.0 – Juin 2003. Etude de la Tarification de l'Eau à Usage Domestique et Industriel et l'Assainissement.

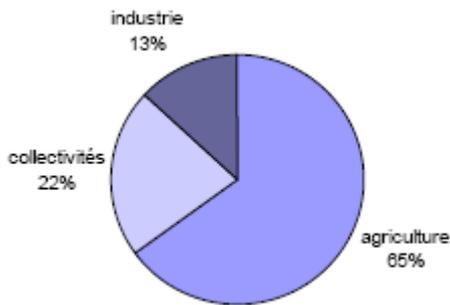
¹⁹ Source : www.sourceocde.org/environnement/9789264083615.

²⁰ Source : Système d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture. Etude sur le secteur de l'eau en Algérie, année 2005.

*Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

Les prélèvements totaux de la ressource sont de 6.074 Milliards de m³. Ensuite, vient l'eau à usage domestique (22%) suivie de près par l'eau à usage industriel (13%)²¹. Le volume global ainsi stocké est estimé à environ 3.200 Mm³ environ (année 2002).

Figure 2. Prélèvements en eau total : 6.074 milliards de m³ en 2000.



Le secteur de la PMH est très dynamique et contribue pour une large part à l'approvisionnement en fruits et légumes. Il bénéficie de subventions d'investissement importantes (jusqu'à 80%) octroyées par le Fonds national de développement rural et agricole (FNDRA). Cependant, le développement de la PMH, **qui utilise principalement les eaux souterraines**, risque d'avoir des impacts négatifs sur les nappes dont la plupart est déjà surexploitée. Les sources d'approvisionnement des petits périmètres (Petite et Moyenne Hydraulique – PMH) sont généralement constituées de puits, forages, sources ou retenues collinaires. Les besoins en eau de la PMH sont généralement satisfaits à partir de ressources disponibles localement : grands aquifères ou petits aquifères dispersés, prises en rivière et retenues collinaires. L'agriculture est également un secteur qui contribue à environ 8% du PIB et emploie près de 25% de la population active. Les principales récoltes sont le blé, l'orge, l'avoine, les agrumes, la viticulture, les olives, le tabac et les dattes. L'Algérie est un grand producteur de liège de même qu'elle est un important éleveur de bétail²².

La plupart des barrages ont été construits pour l'irrigation mais sont aujourd'hui exploités essentiellement pour les besoins de l'AEP, malgré leur qualité qui est le plus souvent médiocre, et donc, ce qui rend le traitement des eaux à des fins d'alimentation en eau potable difficile. Ces barrages sont gérés par l'Agence Nationale des Barrages (ANB) qui dispose, pour les dix dernières années, de données sur les apports et les volumes prélevés. Pour les besoins en eau des grands périmètres irrigués, les sources d'approvisionnement sont

²¹ Source : (MRE, 2002).

²² Stratégie de Développement de l'Agriculture « C.N.E.S » [Janvier 2003].

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

essentiellement les barrages. L'utilisation de l'eau pour l'industrie est de 801 millions de m³ du total des ressources prélevées en l'année 2000. De nombreuses usines sont raccordées au réseau d'adduction d'eau potable de l'ADE, leur consommation étant de ce fait comptabilisée avec les usages domestiques. Les consommations hors réseau ADE sont assurées soit par des prélèvements d'eau souterraine à partir de forages privés, soit de prélèvement d'eau dans les cours d'eau.

Il existe également des barrages hydroélectriques, tels que par exemple : Iguil Emda dans la wilaya de Bejaia, et Erraguene dans la wilaya de Jijel, qui servent à produire de l'électricité. L'utilisation de l'eau des prélèvements au secteur de l'énergie, restitue l'intégralité de cette eau à la nature, sans qu'elle ait quasiment subi de dégradation.

L'Algérie compte 59 barrages en exploitation, permettant de régulariser 2,8 milliards de m³/an avec une capacité de stockage de l'ordre de 5,8 milliards de m³. S'ajoutent à cela 400 retenues collinaires dont la capacité est de 47 millions de m³/an et 160 en réalisation, sans compter les 13 barrages qui sont en cours de réalisation, alors à l'horizon 2010/2011, l'Algérie disposera en tout 72 barrages avec une capacité de stockage de 7,6 milliards de m³. L'Algérie est l'un des rares pays d'Afrique à avoir les objectifs du développement du millénaire (ODM)²³. En 2000, l'Algérie comptait environ 30 millions d'habitants. L'ensemble de la population raccordée à une adduction d'eau potable (AEP) était estimée à 22 millions d'habitants, soit 72% de la population nationale.

- 15,5 millions d'habitants de 551 communes gérées par les établissements publics (taux de raccordement de 80 %) ;

- 6,5 millions d'habitants de 985 communes gérées en régie par les APC (taux de raccordement de 56 %).

Le taux national de raccordement au réseau d'alimentation en eau potable (AEP) est de 92% en Janvier 2008. L'Algérie épure à peu près 180 millions de mètres cubes par an, et le taux de raccordement au réseau d'assainissement est à cette date de 86%. Cette situation a bien progressé, par rapport à l'année 2000, où la population raccordée à un service d'assainissement était estimée 19 millions d'habitants, soit environ 60% de la population résidente algérienne, mais reste encore faible comparée par exemple au taux d'électrification

²³ Kettab (2008).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

des foyers au niveau national (98% en 2008)²⁴. Les plus faibles taux étant observés dans les wilayas du Sud. Le réseau national d'alimentation en eau potable totalise 60.000 kilomètres. Par contre le réseau national d'assainissement des eaux usées était de quelque 38.000 kilomètres, contre 21.000 kilomètres en 1999, soit une progression²⁵ de près de 82%.

La pollution des ressources en eau commence à acquérir des proportions inquiétantes, notamment dans le Nord où se trouve la plus grande partie de ces ressources. De point de vue qualité, sur l'ensemble des eaux inventoriées par les études, 44% seraient de bonne qualité, 44% de qualité satisfaisante et 12% de qualité médiocre²⁶.

2.1.1 Disponibilité de la ressource en eau

Le problème de l'eau n'est pas spécifique à l'Algérie, mais la configuration hydraulique du pays (aride et semi-aride dans les 2/3 de sa superficie) rend ce problème plus sensible qu'il ne l'est ailleurs dans le monde. Avec 640m³ par habitant et par an, le pays est même largement en dessous du seuil des 1000m³ dont disposent les pays en manque d'eau, sans parler de ceux qui ne souffrent pas d'insuffisance en la matière. La rareté de l'eau en Algérie est une donnée admise. L'Algérie se situe, de ce fait, parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydrauliques, elle est en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000m³/ha/an.

Les ressources en eau de l'Algérie sont constituées d'une part, par les eaux de surface et d'autre part, par les eaux souterraines. " Elles sont évaluées à 19,2 milliards de mètre cube, dont 12,4 milliards de mètre cube d'eau de surface, 1,9 milliards de mètre cube d'eaux souterraines du Nord et 4,9 milliards de mètre cube exploitables dans le Sud. Actuellement, les disponibilités en eau par habitant sont d'environ 640 mètres cube. En réalité, elles se limitent à 383 mètre cube par habitant et par an compte tenu du fait que seuls 4,7 milliards de mètre cube d'eau de surface sont mobilisables dans les barrages"²⁷.

Une majorité des aires urbaines sont actuellement approvisionnées en eau potable à partir de ressources souterraines. L'avantage de cette ressource, est qu'en général, à part une désinfection, un traitement n'est pas vraiment nécessaire pour pouvoir consommer l'eau comme boisson. Les eaux de surface doivent nécessairement recevoir un traitement physique, chimique et biologique avant leur consommation. Les eaux souterraines sont très utilisées en

²⁴ Source : Ministère des Ressources en Eau ,2008.

²⁵ Source: idem (23).

²⁶ Source : système d'information de la Fao sur l'eau et l'agriculture, 2005.

²⁷ Rapport du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (PNAE-DD), 2002, P 41.

irrigation. Ce qui fait que, ces ressources souterraines sont déjà exploitées à plus de 80% de leur capacité.

2.1.2 La ressource en eau de surface

Les investissements de capacités de production ont été définis sur une période de 15 ans à partir de l'évolution prévisionnelle des besoins en eau pour satisfaire la demande, et pour tenir compte de l'objectif de rendement des réseaux donné et des capacités des systèmes de production existants. À l'avenir, la production à partir des eaux de surface sera beaucoup plus importante en considérant le potentiel des eaux souterraines déjà largement exploité. "L'Agence Nationale des Barrages (ANB) a identifié au total 32 nouveaux sites de barrages pour un volume moyen régularisé de 1,3 Md m³ /an, dont 772 M m³/an destinés à l'eau potable"²⁸. L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) est chargée de l'inventaire des ressources en eau. Le réseau hydrographique de l'Algérie comprend dix-sept (17) bassins hydrographiques importants en Algérie. Certains d'entre eux sont prolongés dans les pays voisins. C'est le cas de la Medjerdah avec la Tunisie du Tafna, du Guir, de Dra et de Daoura avec le Maroc. Cela se vérifie à travers une carte hydraulique de l'Algérie. Sur la base de la pluviométrie, des régimes des eaux de surface, du climat et des caractéristiques des sols, 11 régions hydrographiques ont été identifiées dans le pays : l'Oranie, le Chelif, l'Algérois, la Soummam, le Constantinois, Annaba, Medjerdah-Mellegue, Hodna-Zahres Sersou, Aures Nemenchas, Chott Chergui Sud Atlas et le Sud.

Les écoulements superficiels dans le Nord de l'Algérie sont évalués à 12,4 milliards de mètre cube, se répartissant comme suit : 11,1 milliards dans les bassins méditerranéens, 0,7 milliards dans les bassins fermés des Hauts Plateaux, et 0,6 milliards dans les bassins sahariens.

La répartition des précipitations est cependant très hétérogène. Le Tell qui ne compte que pour seulement 7% de la superficie du pays draine environ 90% de l'écoulement total. Sur la Steppe et l'Atlas Saharien, les écoulements superficiels sont très faibles. La distribution des écoulements superficiels dans les régions hydrographiques, et la disponibilité de ressources par habitant sont indiquées dans le tableau ci-après.

²⁸ MRE / SOGREA-ICEA – 16241/PGN/0- 35 0039.0 – Juin 2003.

*Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

Tableau 2 : Répartition des Ecoulements par Région et par Habitant

Région	Écoulements en Mm ³ /an	Population 1987	Volume par Habitant En m ³
Oranie	650	3,51	185
Chelif	1660	2,54	653
Algérois	2870	5,11	562
Soummam	1130	2,18	518
Constantinois	2400	2,57	934
Annaba	1900	1,71	1.111
Hodna-Zahres Sersou	570	1,83	311
Medjerdah Mellegue	650	1,05	619
Aures Nemenchas	300	0,62	484
Chott Chergui	290	0,47	617
Total	12420	21,59	575

Source : Managed Information Système, INC. MIS, Octobre 1995, p. 17.

Ce tableau nous montre une situation vraiment critique dans l'Oranie, où la disponibilité des ressources en eau superficielle par habitant est bien en-dessous de la moyenne nationale. Alors que la moyenne nationale est de 575 m³ /an, elle est seulement de 185 m³ soit trois fois moins dans l'Oranie. En plus de la sécheresse qui a sévi ces derniers temps, la disponibilité de ressources dans cette région est bien limitée. Les ressources en eau de surface dans la région hydrographique d'Annaba sont les plus élevées, avec un volume de 1.111 m³ par an et par habitant.

Les écoulements superficiels sont assez importants dans la région du Constantinois, de l'ordre de 934 m³. Les ressources en eau de surface proviennent des différents oueds régularisés par les barrages, et sont classés en trois catégories, selon leurs apports annuels. La première catégorie est composée de deux oueds principaux, qui sont le Chelif et Kebir Rhumel dont les apports annuels totalisent 2.268 Md m³. Dans une deuxième catégorie, il faut classer les oueds Sebaou, Seybousse, Soummam, Kebir Est, et l'Isser dont l'apport annuel est de 3.410 Md m³. Dans la dernière catégorie, on trouve les oueds de Tana, Kebir Ouest, Djen Djen. Sidi Khelfa, El Harrach, Mazafran, Agrioum, Macta, Guebli, Dâas et Kissir dont l'apport annuel total²⁹ est 2.350 Md m³. A cause de leur débit et de leur distribution hétérogène, les ressources en eau de surface, sans régulation, ne peuvent pas être exploitées directement pour l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation. La majorité de ces derniers sont asséchés durant l'été et en hiver la qualité de leurs eaux se détériore par la haute

²⁹ Rapport général du premier plan quinquennal 1980-1984, p.18.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

teneur en matières solides. Leur régulation, au moyen de barrages, est le plus souvent nécessaire pour obtenir des débits exploitables et des rendements économiques acceptables. Il a été estimé qu'avec la construction de barrages, environ 5,7 Md m³/ an pourraient être mobilisés pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation. Il reste à faire encore des investissements considérables pour la pleine mobilisation des ressources en eau superficielles. L'Algérie ne possédait que 44 barrages jusqu'en l'an 2000. Actuellement, nous sommes à 59, dont ceux de Béni Haroun et de Taksebt en service depuis 2007. Ceci en plus des 13 autres barrages en cours de réalisation et dont la réception est prévue vers la fin de l'année 2009. Les ressources en eaux superficielles mobilisables comptant 65 barrages en exploitation en 2010, permettant de régulariser 2,8 milliards de m³ /an avec une capacité de stockage de l'ordre de 5,8 milliards de mètres cubes³⁰. Les réceptions attendues porteront les capacités de mobilisations de l'eau des barrages à 7,8 milliards de mètres cubes par an à la fin 2009, contre 2,2 milliards de mètres cube seulement en 2000. Parallèlement, un important programme de dessalement d'eau de mer a été engagé et recouvrira à la fin de l'année 2009 un total de 13 stations avec une production de près de 2,26 millions de mètre cubes par jour, soit 825 millions de m³ / an. Deux stations sur les 13 sont déjà en production, à savoir celle d'Arzew pour Oran et celle de Hamma pour Alger.

2.1.3 La ressource en eau souterraine

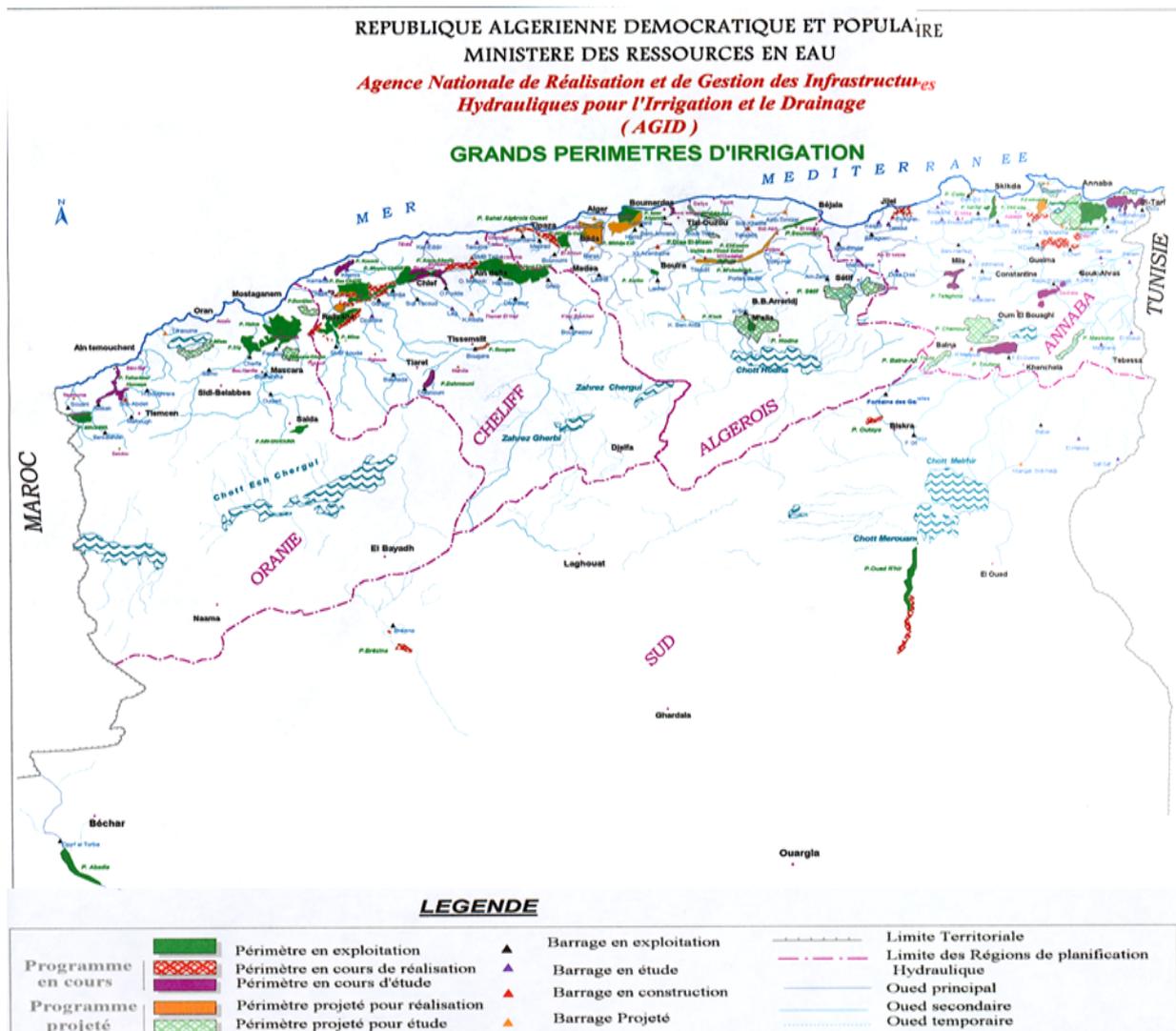
Comme conséquence de la forte infiltration des eaux de ruissellement et également de l'existence de vastes aquifères fossiles, l'eau souterraine est disponible dans la plus grande partie du pays. Le volume annuel renouvelable des eaux souterraines est évalué à 6,7 milliards de mètre cube. Mais plus des deux tiers de ce volume, se retrouvent dans le désert du Sahara. Leur évaluation a été faite lors de forages d'exploitation de pétrole et avec l'aide de modèles de simulation. Ces eaux souterraines sont situées très profondément sous la surface de la terre. Les ouvrages de captage ainsi que l'exploitation de ces dernières seraient très onéreux. Sur la période 1997-2000, les deux tiers de la production provenaient des eaux souterraines et un tiers des eaux de surface régularisées par une trentaine de barrages. Les ressources en eau ont varié fortement d'une année à l'autre, du fait de la grande irrégularité de la pluviométrie. Certaines ressources sont de qualité insuffisante pour la production d'eau potable.

³⁰ Idem (22).

*Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

Les ressources en eau souterraine dans le Nord de l'Algérie sont évaluées à 1,8 milliards de mètre cube. La répartition de ce volume ainsi que la disponibilité par habitant dans les différentes régions hydrographiques du pays en 1987, sont données dans le tableau ci-après. On peut y constater que l'eau est abondante dans l'Algérois, l'Oranie et l'Hodna-Zahres-Sersou. On la retrouve en moindre quantité dans le Medjerdah-Mellegue, le Chelif et Annaba. A cause de la faible population dans les régions des Aures Nemenchas et du Chott Chergui, le potentiel d'eau souterraine par habitant est assez important. La figure 3, représente la carte hydraulique de l'Algérie. Celle-ci nous confirme les écoulements superficiels dans le Nord de l'Algérie, ainsi que la disponibilité de la ressource tout au long du littoral.

Figure 3. Carte hydraulique de l'Algérie



Source : MRE, juin 2003

*Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

Tableau 3 : Disponibilité des eaux souterraines par région et par habitant

Région	Volume en Mm ³ /an	Population 1987	Disponibilité par habitant en m ³
Oranie	320	3,51	91
Chelif	90	2,54	35
Algérois	412	5,11	81
Soummam	133	2,18	61
Constantinois	163	2,57	63
Annaba	91	1,71	53
Hodna-Zahres	298	1,83	163
Sersou	47	1,05	45
Medjerdah Mellegue	139	0,62	224
Aures Nemenchas Chott Chergui	102	0,47	217
Total	1795	21,59	83,14

Source : Managed Information Système, INC. MIS, Octobre 1995, p. 19.

2.1.4 La ressource en eau dessalée

Face à la raréfaction des ressources conventionnelles, la course au dessalement de l'eau de mer apparaît comme une solution alternative. En effet, devant la pénurie d'eau douce liée souvent au gaspillage moderne comme au réchauffement climatique, deux procédés de production d'eau potable sont entrés en compétition : le traitement des eaux usées et le dessalement de l'eau de mer. Si l'Algérie a opté pour le traitement des eaux usées pour l'irrigation des terres agricoles, elle a choisi de recourir au dessalement de l'eau de mer pour les besoins domestiques de plus en plus importants en raison notamment de la croissance démographique. De façon urgente, en se référant à l'expérience extrêmement négative de la sécheresse de ces dernières années, et quelle que soit l'évolution récente de la pluviométrie, et quelles que soient les améliorations attendues des ouvrages en cours de réalisation, il y'a vraiment lieu de faire appel à des ressources alternatives affranchies des aléas climatiques. " Les caractéristiques géographiques de l'Algérie, qui possède un littoral de plus de 1200 km, le long duquel est concentrée la plus grande partie des besoins en eau du pays"³¹, tant à usage des populations, que pour les activités industrielles et l'irrigation, conduit naturellement à mettre en œuvre le dessalement de l'eau de mer pour garantir le maintien d'un service minimum d'alimentation en eau potable en toutes circonstances, tout en bénéficiant d'apports nouveaux permanents permettant de combler les déficits.

³¹ MRE / SAFEGE «Etude Générale sur le Dessalement de l'Eau de Mer», 2003, p.37.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

Les ressources actuellement disponibles (superficielles et souterraines) permettent de couvrir les besoins en alimentation eau potable (AEP), en période de pluviométrie moyenne mais ces ressources sont totalement insuffisantes en cas de sécheresse prolongée. Le recours au dessalement de l'eau de mer se justifie dans ce contexte. L'objectif premier est de sécuriser l'AEP des populations urbaines. A cela s'ajoute la nécessité de répondre aux besoins des pointes estivales résultant de l'activité touristique, la prise en compte de la demande industrielle et la possibilité de réserver une part plus importante des ressources conventionnelles à l'irrigation. Mais la bataille de l'eau est loin d'être gagnée même si les capacités de stockage se sont nettement améliorées. " C'est dans cette perspective de maîtrise de la gestion de l'eau qu'une vaste réflexion a été engagée au ministère des ressources en eau autour de l'économie de l'eau, du traitement des eaux usées, du dessalement de l'eau de mer (13 unités de dessalement de l'eau de mer sont prévues tout au long de la côte algérienne) qui devront permettre à l'Algérie d'aborder les vingt prochaines années dans la sérénité"³².

Généraliser le recours au dessalement permettrait la satisfaction des besoins à long terme. Dans un contexte où la technologie du dessalement se sera généralisée dans le monde, entraînant une baisse encore marquée des coûts, il pourra être envisagé d'augmenter de manière significative les capacités de dessalement de l'eau de mer en Algérie. Cette évolution favorable autoriserait à long terme de restituer une grande partie de l'eau des barrages à leur destination première, l'irrigation.

2.2 Données économiques et financières

L'industrie de l'eau constitue un marché important, sur lequel la dépense nationale est très élevée et les emplois nombreux. Depuis 2004, le gouvernement algérien a dégagé une enveloppe budgétaire de 14 milliards de dollars pour être consacrée durant le quinquennal (2004-2009) à développer le secteur des ressources en eau. Les coûts d'investissements nécessaires à l'augmentation des capacités de production sont estimés à 269 Md de DA. Dans le cas où les coûts de construction des barrages continueraient à être intégralement supportés par l'Etat (78 Md de DA), le montant total à recouvrer auprès des consommateurs s'élèverait à 191 Md de DA étalé sur une période d'environ 50 ans (hors renouvellement des équipements électromécaniques)³³.

³² MRE / L'EXPRESSION Edition Online DZ.COM/article du /9/2008 – 03 – 20/50957.html

³³ La plupart des chiffres cités ici sont des estimations pour l'année 2004 provenant de l'étude sur "la tarification de l'Eau à Usage Domestique et Industriel et de l'Assainissement" « Consultants-SOGREAH 2003 ».

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

Les dépenses de production de l'eau (traitement inclus) varient entre 15 et 28 DA/m³ en fonction des dépenses d'investissements, de renouvellement et des dépenses d'énergie. Les dépenses additionnels des barrages varient entre 1 et 7 DA/m³ selon les projets et leur répartition éventuelle entre l'eau potable et l'irrigation. Les dépenses de déminéralisations des eaux de mer ou des eaux souterraines ne sont pas incluses. A titre indicatif, ils sont de l'ordre de 25 DA/m³ pour le projet de Brédéah (eaux souterrains dans l'Oranais) et de 50 DA/m³ pour le projet de la SONELGAZ à Arzew (eau de mer). Des coûts de déminéralisation des eaux souterraines saumâtres ou des eaux de mer sont compris entre 25 et 50 DA/m³.

Les établissements de gestion de l'eau n'étant pas chargés des investissements d'infrastructure, ils ne comptabilisent pas les amortissements correspondants. L'étude de la tarification de l'eau à usage domestique et industriel édité par "Consultants-SOGREAH 2003" les a estimés sur la base des données financières extra comptables et physiques disponibles. Le coût unitaire complet en 2001 s'élève en moyenne à 29 DA/m³. Le coût de la collecte des eaux usées est estimé en moyenne à 8 DA/m³, par contre celui du traitement est égal en moyenne à 14 DA/m³. Les augmentations respectives des tarifs des services de l'eau et de l'assainissement devront être progressives et coordonnées entre les deux services au niveau de chaque établissement en fonction des priorités d'investissements qui seront définies (eau potable, assainissement). Une progression minimale des tarifs consiste à couvrir les dépenses courantes d'exploitation du service. Les tarifs de l'eau potable³⁴ couvrent en moyenne 60% des coûts complets d'exploitation estimés du service.

3. Organisation des services d'eau potable et d'assainissement

La gestion du secteur de l'eau en Algérie, en dépit de son extrême importance, n'a pas échappé à l'instar d'autres secteurs aux politiques suivies depuis l'indépendance à ce jour.

Du tout-Etat à la concession, l'eau est passée du monopole de la Société Nationale d'Approvisionnement et de Distribution des Eaux (Sonade) à celui de l'ADE en attendant l'implication du privé national et étranger de manière plus poussée. Privatisations obligent, l'eau à l'instar des hydrocarbures deviendra un produit marchand comme les autres. Mais avant d'en arriver là, y a-t-il eu gestion de "l'or bleu" dans notre pays ? Au lendemain de l'indépendance, les missions de l'hydraulique étaient réparties entre les travaux publics et l'agriculture. Le monopole de gestion de l'eau potable sur le territoire national a été confié à

³⁴ Prix moyen du m³ d'eau pour les établissements + 3 DA/m³ de redevance de gestion + 4 à 8% de redevance d'économie de l'eau et de protection de la qualité de l'eau.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

la société Sonade, créée en 1970³⁵. En 1992, les entreprises régionales de l'eau ont été transformées en EPIC. Il faut signaler qu'en 1997 le gouvernement a décidé de revoir cette organisation à la lumière des nouvelles dispositions du code des eaux. C'est ainsi que les systèmes de production et de distribution d'eau potable à partir des ressources en eau mobilisables localement ont été placés sous la compétence des communes conformément aux dispositions de la loi relative à la commune. Depuis avril 2001, la gestion de l'eau a été confiée à un établissement public à caractère industriel et commercial dénommé l'Algérienne des Eaux (ADE) créé par décret exécutif. Parmi ses principales missions, l'ADE est chargée de la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable dans tous ses volets de gestion de la production, transfert, traitement, stockage, adduction, distribution et approvisionnement en eau potable et industrielle. L'assainissement en Algérie fait partie des missions relevant du domaine de l'hydraulique et sa gestion est restée à côté de celle de l'alimentation en eau potable.

3.1 La structure du marché de l'eau

3.1.1 La séparation des activités dans l'organisation des services

Depuis, la création du Ministère des Ressources en Eau en Octobre 2000, on observe dans l'organisation des services de l'eau deux activités différentes : d'une part les services d'eau potable comprenant la production avec traitement, le transport et la distribution d'eau potable, et d'autre part les services d'assainissement dont le but est la collecte et la dépollution des eaux usées. Une dépollution performante des eaux usées avant de les rejeter dans l'environnement améliore la qualité globale des ressources et leur environnement, qui feront l'objet d'un captage ultérieur pour être rendues potables et distribuées. Distribution d'eau potable et assainissement des eaux usées sont donc deux activités intrinsèquement liées, et constituent les deux parties d'un même "cycle". L'organigramme du Ministère des Ressources en Eaux fait, en effet, apparaître une gestion de l'assainissement dissociée de celle de l'alimentation en eau potable.

3.1.2 Des monopoles naturels locaux non-contestés

L'alimentation en eau potable et l'assainissement sont des produits lourds, dont le transport est coûteux et le stockage difficile. En outre, l'eau potable doit respecter des obligations de qualité qui nécessitent une certaine proximité entre les lieux de production et

³⁵ Missions économiques : fiche de synthèse [Gestion de l'eau en Algérie ; Juin 2005].

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

de consommation. La distribution de l'eau potable et l'assainissement ont donc naturellement incombé aux agences locales. La production, le traitement et le transport engendrent des coûts fixes importants. D'un autre côté, l'impossibilité de réutilisation des infrastructures à d'autres fins commerciales donne à ces coûts fixes un caractère irréversible et une véritable barrière à l'entrée pour un concurrent éventuel, ce qui confère au secteur de l'eau une propriété de monopole naturel.

La présence d'économies d'échelle provenant de l'existence de ces coûts fixes, et de la nature du transport propre aux industries de réseau (canalisations et possibilité d'interconnexion) achève de démontrer que le coût minimal ne peut être atteint que lorsqu'il est produit par une seule entreprise.

3.2 Les acteurs du secteur de l'eau

Les services de l'eau mettent en relation un grand nombre d'acteurs. Les principaux intervenants sont les directions centrales du ministère ainsi que 4 agences gouvernementales qui gèrent un territoire scindé en 5 bassins hydrographiques pour tout le secteur de l'eau de l'amont à l'aval :

- L'Agence nationale des barrages³⁶, ANB, est en charge de la mobilisation des ressources à travers la mise en œuvre des programmes de construction de barrages et des différents réseaux d'interconnexions (conduites, stations de pompage stations de traitement). Sa transformation en établissement à caractère industriel est prévue à terme (Projet de décret portant création de l'Organisme National des Barrages et Grands Barrages). Elle sera alors en mesure de facturer et de recouvrer les volumes d'eau en gros (brute ou traitée) livrés aux unités gestionnaires du service de l'eau. Le schéma de financement et de tarification proposé pour l'ANB correspond à celui présenté dans la note de réflexion de juin 2000 du Ministère des Ressources en Eau relative à "la restructuration de l'activité mobilisation et exploitation des eaux superficielles" ;

Deux établissements à caractère industriel et commercial³⁷, l'Algérienne des Eaux (ADE) et l'Office National de l'Assainissement (ONA), sont chargés par délégation des communes et de l'Etat de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et de l'exploitation des infrastructures d'assainissement dans les périmètres urbains et communaux, ainsi que dans les zones de développement touristiques et industrielles (art. 6). A ce titre, ils proposent au

³⁶ Décret n° 85-163 du 11 juin 1985.

³⁷ Décret n° 01-101 et n°01- 102 du 27 Moharram 1422 (21 avril 2001).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

Ministère des Ressources en Eau la politique de tarification et de redevance dans le domaine de l'eau et de l'assainissement (art. 6 du décret portant création de l'ADE).

- L'Algérienne des eaux, ADE, EPIC créé en 2001, est en charge de la distribution et de l'alimentation en eau potable. Elle exerce une autorité directe sur 26 entreprises publiques appelées EPE, entreprise publique de l'eau (EPEAL pour Alger, EPEOR pour Oran), qui constituent les véritables opérateurs de la distribution pour les grandes agglomérations algériennes. L'ADE dispose de 5 agences régionales qui épousent les bassins hydrographiques. Chaque agence est divisée en plusieurs zones et chaque zone comporte 2, 3 ou 4 unités.

- L'ONA, l'Office National de l'Assainissement créé en même temps que l'ADE est l'organe public compétent en matière de gestion et d'aménagement des réseaux d'assainissement ; ses prérogatives s'étendent également à la gestion des stations d'épuration et d'assainissement.

- L'Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures Hydrauliques par l'irrigation et le drainage (AGID), gère les projets d'irrigation et les opérations de drainage. Tous ces acteurs sont présents. Leurs interventions se font à des échelles géographiques différentes : départementales (wilayas), régionales, au niveau des bassins hydrographiques et nationales. S'ajoutent à cela les opérateurs privés lorsque les services publics de l'eau sont délégués.

3.2.1 L'autorité responsable : la collectivité locale

L'industrie de l'eau est une industrie de "coûts fixes". Elle exige des investissements très importants. Pour cela l'idée d'une certaine proximité s'impose entre les établissements de traitement et les consommateurs finals. L'échelle adéquate pour l'exploitation de ces monopoles naturels est donc locale. Cette caractéristique tolère la décentralisation des responsabilités à un échelon local. C'est d'ailleurs sur cette base que le secteur de l'eau est organisé.

L'organisation du service de distribution de l'eau à l'échelle locale nous semble fondamentale pour plusieurs raisons. Premièrement, l'acheminement de l'eau de l'usine de production aux différents usagers requiert la construction et l'entretien d'un réseau de canalisations et l'utilisation d'énergie, ce qui génère des coûts très élevés. Deuxièmement, l'eau doit être stockée dans les réservoirs avant qu'elle soit distribuée via les réseaux, etc....

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

On comprend dès lors pourquoi l'eau doit être produite au plus près du lieu où elle sera consommée, et pourquoi ce sont les autorités locales qui sont en charge de ce service.

Ce sont les agences et les communes qui sont chargées de l'organisation des services publics liés à l'eau. Cependant, les communes ont la possibilité de se regrouper au sein de structure de coopération intercommunale afin d'assurer la continuité de service, et de faire le choix du rapprochement pour une gestion moins coûteuse des services. En milieu rural, les collectivités locales sont souvent mal organisées puisqu'elles atteignent rarement la dimension optimale qu'exigerait une gestion efficace. Par ailleurs, les insuffisances de l'organisation administrative entraînent des coûts supplémentaires. De plus, le regroupement de collectivités urbaines et de communes rurales qui ont parfois des modes de gestion différents n'est pas toujours facile.

3.2.2 L'intervention de la puissance publique

Dans le domaine de l'eau, l'intervention de l'Etat est très ancienne : aménagement des cours d'eau pour limiter les risques d'inondations, régulation de la navigation,... (Young et Haveman, 1985). En ce domaine d'AEP, le monopole naturel ainsi que l'importance des externalités environnementales de ces activités impliquent une forte présence de la puissance publique. La défaillance des mécanismes de marché qu'elles provoquent nécessitent en effet une régulation économique active. S'il y a "régulation", c'est parce que les normes et règles ne peuvent tout prévoir, doivent être interprétées et sont remises en cause, en adaptation perpétuelle, en fonction des situations et des objectifs. De plus, le caractère essentiel de ce bien implique que la distribution d'eau potable est spontanément et généralement considérée comme un service public, avec les missions qui sont attachées à ce caractère, telles que les obligations d'accessibilité (non discrimination), de continuité de service, d'information, de qualité,...etc. La présence inévitable de la puissance publique dans l'organisation et la vie de ce secteur ne suppose pas cependant, qu'elle effectue elle-même le service. Elle peut bien évidemment choisir de le faire, mais peut aussi préférer déléguer cette compétence à un opérateur spécialisé. Dans le premier cas, la collectivité assume le service à travers des services techniques qui lui appartiennent : cela lui permet théoriquement de maîtriser ce service qui est essentiel à ses membres, sans risque que cet objectif soit dévoyé au profit d'intérêts plus individuels. Si la réalité est bien évidemment moins simple, la collectivité ne dispose en outre pas toujours, du moins au moindre coût, des compétences techniques pour

une gestion directe efficace. Elle peut alors choisir d'en confier la gestion à un spécialiste public ou privé.

3.3 Les différents modes de gestion

Les services publics d'eau et d'assainissement peuvent être exploités directement (régie directe, régie avec seule autonomie financière ou / et avec personnalité morale) ou bien faire l'objet d'une délégation à une entreprise publique ou privée (concession, affermage, régie intéressée, gérance). Lorsque la gestion est directe, l'objectif des collectivités locales étant d'équilibrer leurs budgets de l'eau et donc de ne pas réaliser de profit, l'eau est facturée de façon à rembourser les coûts de l'activité. Cependant, la collectivité n'ayant aucune pression pour améliorer sa gestion, on peut même dire que les efforts pour diminuer les coûts ne sont pas optimaux. En outre, pour un service qui devient de plus en plus complexe du point de vue technologique, la formation des employés municipaux n'est pas adaptée. Le choix de la gestion déléguée est donc souvent guidé par la recherche d'une compétence technologique dont ne peut disposer la collectivité de taille modeste. De son côté, l'entreprise est rémunérée pour son service, et celle-ci va donc chercher à accroître ses profits en réduisant ses coûts. Lorsque la collectivité locale opte pour une gestion directe du service, elle le fait avec son propre personnel et sous sa seule responsabilité. Si c'est la délégation du service public qui est choisie, elle se fait dans un cadre contractuel caractérisé par des obligations pour l'opérateur privé.

La question de la participation du secteur privé dans l'approvisionnement de l'eau potable appelle plusieurs critiques :

- L'augmentation du prix de l'eau,
- Une absence de maîtrise du prix des prestations déléguées,
- Une asymétrie d'information entre l'autorité qui délègue et le délégataire,
- L'existence d'une rente de situation des prestataires privés.

L'approche économique récente s'intéresse essentiellement à la question du contrat qui permettrait un partage optimal du risque entre l'autorité concédante et le concessionnaire. Cette problématique passe par des modalités de fixation des prix. Une structure de prix combinant un coût de raccordement fixe, un coût d'usage (pour payer une consommation

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

minimale) et un coût dépendant de la quantité consommée³⁸. La mise en place d'une nouvelle tarification est basée sur le recouvrement des coûts complets des services et sur le financement du renouvellement de leurs infrastructures. Elle est étroitement liée à l'organisation institutionnelle du secteur. Depuis 2001, cette organisation est la suivante :

Selon le code des communes (art. 95), la commune initie les actions liées aux travaux d'aménagement d'infrastructures et d'équipements pour les réseaux qui relèvent de son patrimoine, ainsi que les actions afférentes à leur gestion et à leur maintenance. Le chapitre 2 de ce code précise les obligations des communes et des usagers en matière d'assainissement individuel et collectif.

Le Ministère des Ressources en Eau³⁹ initie, propose et met en œuvre la politique de tarification de l'eau (art.4). Ses directions sont chargées de proposer en relation avec les services et les structures concernées, les éléments juridiques et financiers de tarification et de redevances liés à la production de l'eau (art.3), à la consommation d'eau potable et industrielle (art.4), et à l'assainissement (art.5).

Selon une étude de la Banque Mondiale⁴⁰ concernant la réforme institutionnelle des services d'eau potable des villes de Buenos Aires (Argentine), Cancun (Mexique), Carthagène (Colombie), Gdansk (Pologne), Conakry (Guinée) et Santiago (Chili), le niveau des tarifs augmente avec le processus de privatisation ou inversement, une réforme institutionnelle vers une participation plus importante du secteur privé s'accompagne toujours d'une hausse du niveau des tarifs pour les raisons suivantes :

- Les tarifs initiaux des pays en développement sont trop bas pour recouvrir l'ensemble des coûts,
- Le manque de fiabilité de la comptabilité et la gestion financière déficiente ont empêché de développer des politiques tarifaires adéquates et ont conduit à des systèmes tarifaires aberrants (Cancun, Buenos Aires),
- La rémunération des capitaux privés doit être prise en compte dans la tarification et d'une manière générale, la contractualisation révèle les coûts cachés (auparavant subventionnés). L'étude montre que les tarifs ont augmenté très fortement après la mise en gestion privée. Ainsi, en Angleterre, les tarifs ont augmenté de 20 à 120 %.

³⁸ MRE / SOGREAH – ICEA – PGN/0 – 35 0039.0 – Juin 2003. Etude de la Tarification de l'Eau à Usage Domestique et Industriel et l'Assainissement.

³⁹ Décret n° 2000-324 du 27 Rajab 1421 (25 Octobre 2000).

⁴⁰ World Bank, Private Sector Participation in the Water Supply and Wastewater Sector, Lessons from 6 Developing Countries, 1997, by Daniel Rivera.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

La concession est envisagée quand la collectivité veut confier la construction ou éventuellement la refonte et la modernisation des infrastructures à une entreprise spécialisée qui en assure ensuite l'exploitation. L'affermage est la forme de délégation la plus répandue en Algérie. La collectivité confie les infrastructures à une société pour faire fonctionner le service. Actuellement, la gestion déléguée de l'eau au niveau de la wilaya d'Alger est attribuée à une société française (Groupe Suez Environnement), depuis 1986 afin d'assurer un bon fonctionnement de service auprès de la SEAAL [Société d'Eau et d'Assainissement d'Alger], pour améliorer la gestion des services de l'eau, le partage de savoir-faire ainsi que le transfert de technologies feront l'objet d'attentions particulières. Il arrive souvent que l'affermage succède à un contrat de concession. La régie intéressée et la gérance se situent à mi-chemin entre affermage et régie directe, mais sont des types de contrats utilisés moins fréquemment. La mise en place de contrats de gérance⁴¹ est basée sur l'atteinte de critères de performances précis. Le principal critère de sélection sera celui du volume d'eau recouvert. Ce critère inclut ainsi les efforts réalisés en vue de réduire les pertes physiques d'eau ainsi que ceux visant à améliorer la gestion commerciale du service. Un tel contrat garantit que le partenaire privé retenu mettra en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer une alimentation continue en eau potable. On ne peut pas parler de privatisation des services de l'eau car, dans tous les cas, les infrastructures restent la propriété de l'Etat (ou le deviennent en fin du contrat de concession). Les différents modes de gestion sont décrits plus amplement dans l'annexe A.

3.4 La législation de la gestion de l'eau en Algérie

En Algérie, les établissements industriels, autorisés à déverser leurs effluents dans le réseau collectif payent une redevance d'assainissement spécifique. Cette redevance prend en compte l'importance, la nature et les caractéristiques des eaux usées. Cela justifie que la législation algérienne prévoit un certain nombre de dispositions relatives à l'autorisation de déversement et à l'obligation de pré-traitement⁴². Le décret n° 93-163 du 10 juillet 1993 (JORA n° 46 du 14 juillet 1993) confie à l'ANRH l'établissement et la mise à jour d'un inventaire des eaux superficielles donnant leur degré de pollution. Cet inventaire et la carte

⁴¹L'opérateur gèrera pour le compte de l'ADE et de l'ONA les différents systèmes.

⁴² Article 46 de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement, les articles 88 à 91 de la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux, les décrets 92-42 du 4 février 1992 et 95-39 du 28 janvier 1995 relatifs aux autorisations préalables.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

des eaux superficielles correspondante peuvent servir à classer la sensibilité du milieu récepteur aux points de rejet des effluents.

Il ne s'agit pas de faire ici un inventaire exhaustif des textes législatifs et réglementaires qui se sont succédés depuis l'origine des politiques de l'eau, mais plutôt de rappeler les principales lois qui ont marqué l'organisation de la gestion de l'eau en Algérie. Les lois sur l'eau de 1983 à 2005 ont contribué à introduire une démarche de gestion globale.

La loi sur l'eau du 5 Février 1983

C'est la loi qui est spécifique à la protection de l'environnement, par conséquent à la protection des eaux. L'eau fait partie du patrimoine de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de sa ressource utilisable sont d'intérêt général.

L'instrument juridique principal de gestion de l'eau est la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983. Cette loi a fixé l'ordre des priorités de l'utilisation de l'eau, l'assiette des redevances et la qualité de la ressource. La loi n° 83-17 portant code des eaux modifiées en 1996 pour l'adapter à la nouvelle politique de l'eau décidée par le gouvernement dans la perspective du passage à l'économie de marché. Le code consacre entre autre, l'écologisation de la gestion de la ressource hydrique, c'est à dire sa protection contre les pollutions et l'épuration des eaux usées en vue de leur réutilisation. Il existe déjà une taxe dite de "déversement à l'égout" qui est fixée à 20% du prix hors taxe de l'eau consommée. Elle est portée sur la facture de consommation et doit être reversée aux communes pour leur permettre de financer leur programme d'assainissement. La loi a pour objet, selon son article 1^{er}, la mise en œuvre d'une politique nationale de l'eau tendant à : " assurer une utilisation rationnelle et planifiée en vue de la meilleure satisfaction possible des besoins de la population" "le gaspillage et la surexploitation" et " prévenir les effets nuisibles de l'eau". Cette loi a introduit également le régime de la concession étendu aux opérateurs de droit privé ainsi qu'à la réalisation d'infrastructures hydrauliques en vue de leur exploitation par le concessionnaire.

La loi du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement consacre tout son chapitre 2 à la protection de l'eau et fixe les objectifs en la matière en vue de satisfaire ou de concilier les exigences suivantes :

- de l'alimentation en eau potable et de la santé publique conformément à la législation en vigueur ;
- de l'agriculture, de l'industrie, des transports et de toutes les autres activités humaines d'intérêt général ;

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

- de la vie biologique du milieu récepteur et spécialement de la faune piscicole ainsi que des besoins, des sports nautiques et de la protection des sites ;
- de la conservation de l'écoulement des eaux (Art. 36 de la loi).

La loi sur l'eau du 16 février 1985

Cette loi exige que l'eau destinée à la boisson, à l'usage ménager et à l'usage de l'hygiène corporelle soit conforme aux normes définies par la réglementation, tant en qualité qu'en quantité. La loi prescrit en outre, l'obligation pour les agglomérations de disposer d'un réseau d'égouts, de revêtements de chaussées, de zones de verdure, d'un système de nettoyage, d'un réseau de toilettes publiques afin de préserver la qualité de l'eau potable contre tous risques de contamination. La formulation de ces objectifs dans un texte juridique à caractère contraignant renforce la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau. Dans le cadre du contrôle sanitaire prévu par les lois et règlements en vigueur, il est procédé régulièrement aux analyses de qualité de l'eau de consommation humaine. Les méthodes et les produits chimiques utilisés pour le traitement et la correction des eaux de consommation humaine sont définis par voie réglementaire. Les résultats de ces analyses doivent être rendus publics. L'ensemble de cet arsenal juridique mis à la disposition des pouvoirs publics pour protéger, par la norme contraignante et répressive, nécessaire à tous, l'eau en cas d'infractions dues au non-respect des prescriptions imposées, s'avère en définitive insuffisant, car la préservation de la ressource en eau demande en plus des connaissances et des aptitudes pouvant encourager une évolution des valeurs et attitudes à l'égard de l'eau que seule l'éducation et la formation peuvent apporter.

La loi sur l'eau du 19 juillet 2003

Cette loi est relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Conformément aux dispositions de ses articles 48 à 51, les milieux hydriques et les écosystèmes aquatiques doivent être protégés contre toute forme de pollution susceptible d'altérer la qualité des eaux et de nuire à leurs différents usages.

La loi sur l'eau du 4 août 2005

La présente loi a pour objet de fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale. Les services publics de l'eau relèvent de la compétence de l'Etat et

des communes. Il peut concéder la gestion des services publics de l'eau à des personnes morales de droit public, sur la base d'un cahier des charges et d'un règlement de service approuvés par voie réglementaire. Il peut également déléguer tout ou partie de leur gestion à des personnes morales de droit public ou privé sur la base d'une convention. La commune peut selon des modalités fixées par voie réglementaire, exploiter les services publics de l'eau en régie dotée de l'autonomie financière ou concéder leur gestion à des personnes morales de droit public. Cette loi renforce notamment le rôle des collectivités locales dans le domaine de l'assainissement.

4. Les services publics d'eau potable et d'assainissement

4.1 Service public, service d'intérêt général

Le service de l'eau est défini en termes de service universel et service d'intérêt général dans les textes européens⁴³. Ces différentes notions ne sont pas synonymes. Lévêque (1998) décrit précisément leurs caractéristiques. La notion de service universel a été introduite par le droit communautaire lors de la communication des livres verts de la Commission Européenne sur les télécommunications et la poste. Elle regroupe uniquement les services marchands⁴⁴. Un droit d'accès abordable pour tous les citoyens est donc jugé indispensable ainsi que des instruments supplémentaires (subventions croisées, etc.) pour compenser les déficits entraînés par le service. La notion de service d'intérêt (économique) général est associée au droit de la concurrence européen et s'éloigne de l'idée de service public. En effet, l'objectif des textes liés à ce concept est davantage l'égalité de traitement des entreprises que celui des citoyens.

4.2 Compétences des communes

Le service public d'eau potable est devenu au fil des années un service assuré par l'ensemble des communes et des établissements spécialisés au profit de la totalité de la population. La commune peut concéder la gestion des services publics de l'eau à des personnes morales de droit public, sur la base d'un cahier des charges et d'un règlement de service approuvés par voie réglementaire. Elle peut également déléguer tout ou partie de leur gestion à des personnes morales de droit public ou privé sur la base d'une convention. La commune peut, selon des modalités fixées par voie réglementaire, exploiter les services

⁴³ Boyer et Garcia (2002).

⁴⁴ La notion de service public englobe également les services administratifs et les fonctions régaliennes de l'Etat.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

publics de l'eau en régie dotée de l'autonomie financière ou concéder leur gestion à des personnes morales de droit public.

4.3 Principes des services publics

Les principes que doit respecter tout service public sont : **l'égalité** de tous devant une situation identique, les usagers doivent tous bénéficier des mêmes prestations, tout traitement différent doit donc être justifié par une situation spéciale ; la **continuité et l'adaptation**. Cette priorité accordée à la permanence du service implique que chaque usager doit disposer à chaque instant du jour et de l'année du service à domicile. Le principe de mutabilité signifie que le service doit pouvoir s'adapter chaque fois, qu'il faut pour l'intérêt général. Les détails sur ces principes sont décrits dans l'annexe A.

4.4 Obligation de qualité

La concurrence internationale impose une course sans fin à la compétitivité dans laquelle il ne faut croire qu'à la recherche scientifique en vue d'améliorer la qualité des produits et des services. La surveillance de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine est fondée sur une évaluation et une supervision continues et vigilantes du point de vue de la santé publique, de la salubrité et de l'acceptabilité des approvisionnements publics en eau potable. Les problèmes d'alimentation en eau potable en Algérie relèvent des aspects à la fois quantitatifs (accroissement constant de la consommation) et qualitatif (pollution sous ses diverses formes). Pour répondre à ces besoins, le législateur algérien a mis en place un dispositif réglementaire qualifié d'approche à obligation de moyens. Or, il est connu que cette approche souffre de beaucoup de contraintes. D'où la nécessité d'évoluer vers une autre approche dite à obligation de résultats. S'inscrivant dans ce contexte, l'objectif est de proposer un système de management fondé sur une démarche d'intégration progressive et participative des facteurs (qualité de l'eau destinée à la consommation humaine).

5. Le financement des services publics de l'eau

5.1 Formation du prix en Algérie

5.1.1 La facture d'eau

La facturation de la consommation d'eau est établie trimestriellement sur la base du barème figurant dans le décret n° 98-156 du 16 mai 1998, JO 17 mai 1998 (modifiant le décret n° 96-301 du 15 septembre 1996), définissant les modalités d'application de la tarification de l'eau potable, industriel, agricole et de l'assainissement.

Il y a trois éléments distincts dans le prix des services de l'eau : l'eau potable, l'assainissement et une partie "taxes et redevances".

- La composante eau potable se décompose elle-même généralement en deux parties :
 - 1- Une partie fixe (abonnement) qui est le montant trimestriel à verser quelque soit le volume consommé d'eau, qui doit couvrir les frais de mise à disposition du service (entretien des installations, réparations, relevés des compteurs, facturation...).
 - 2- Une partie variable qui dépend de la consommation d'eau relevée au compteur.
- La composante assainissement couvre les frais de collecte et de traitement des eaux usées.
- Les taxes et redevances :
 - 1- Les redevances prélevées par les agences de l'eau (économie de l'eau et protection de la qualité de l'eau et redevances de gestion),
 - 2- Les taxes fixées au niveau national (droit domanial 2%, TVA 7%, taxe sur l'activité professionnelle de 2% sur les produits hors taxe (TAP), droits de timbre 2% en moyenne, IBS).

Avant le décret exécutif n° 05/13 du 9 janvier 2005 fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement, la facturation était inefficace car elle ne tenait compte que de la composante eau potable. Aujourd'hui le prix de l'eau dépend des deux composantes "eau potable" et "assainissement" ce qui corrige un peu le déséquilibre budgétaire de service. Ce prix doit dépendre du volume d'eau consommé et une partie forfaitaire pour couvrir les charges fixes : c'est la tarification binôme. Sans oublier bien sûr les redevances (qualité de l'eau 4% du montant, économie de l'eau 4%, gestion 3DA pour un mètre cube d'eau consommé) et la TVA de 7%. Pour les redevances économie et qualité de l'eau, elles sont de 2 % du montant pour les régions du Sud. Ce principe est adopté aussi dans d'autres secteurs : télécommunications ou électricité par exemple. Par contre, chaque service d'eau

évoluant dans un environnement différent, il y a une tarification différente pour chaque distributeur : la péréquation du prix de l'eau n'existe pas dans le secteur de l'eau en Algérie.

5.1.2 La tarification

Les modalités de fixation du prix de l'eau sont déterminées dans le contrat de 1985 (en principe révisé tous les cinq ans). Comme la plupart des pays de la région, l'Algérienne des Eau (ADE) applique un tarif par palier progressif, où le prix du mètre cube augmente avec le niveau des volumes d'eau consommé. Cette structure tarifaire a deux objectifs : la subvention des petits consommateurs (présumés pauvres) par les gros consommateurs d'une part et la réduction du gaspillage d'eau d'autre part. Le système tarifaire de l'eau en Algérie obéit à une logique de tarification selon des tranches définies en fonction du volume de consommation. Une première tranche, parfois appelée « tranche sociale », et destinée à couvrir les besoins minimaux d'une famille, et elle est facturée au prix minimum correspondant au coût de production qui est égal à (6,3 DA /m³). Le prix de vente augmente ensuite très rapidement pour les tranches supérieures. La tarification progressive par tranche de consommation est principalement répandue en Amérique du Sud et en Afrique du Nord. Elle est également pratiquée dans certains pays européens (Italie). Cela justifie que nous analysions en détail les arguments en faveur et en défaveur de cette tarification :

- Pour l'équité, du fait des subventions croisées entre les gros consommateurs (ménages riches ?) et les petits consommateurs (ménages pauvres ?) ;
- L'incitation aux économies d'eau et, par voie de conséquence, à une utilisation plus durable de la ressource et à une optimisation des investissements de production ;
- La mise en place des principes d'une tarification au coût marginal : le tarif élevé est égal au coût marginal de long terme et le tarif moyen couvre les coûts d'exploitation ;
- Favorise l'accès à l'eau potable aux ménages les plus pauvres et améliore ainsi la santé publique.

Les arguments en défaveur de cette tarification progressive selon Whittington et Borland ⁴⁵ dans une étude sur le Ghana sont comme suit :

- L'équité est une notion subjective dans son application et sujette à contestation. La première tranche est déterminée sur la base de besoins essentiels (30l/j/hab.) Or cette norme

⁴⁵ MRE / SOGREAH-ICEA – Etude de la Tarification de l'Eau à Usage Domestique et Industriel et de l'Assainissement – Rapport définitif des Missions 2 et 4 16241/PGN/0- 35 0039.0 – Juin 2003.

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

n'est pas adaptée aux ménages dont la taille diffère de la moyenne. La subvention croisée est maximale quand l'abonné consomme le maximum d'une tranche de consommation. Les entreprises pénalisées fortement peuvent chercher d'autres sources d'approvisionnement réduisant ainsi ces subventions croisées et faisant perdre des économies d'échelle provoquant de ce fait une augmentation du coût moyen.

- La tarification au coût marginal devrait suffire à la conservation de la ressource, car l'utilisateur paiera le m³ d'eau consommé au coût de son renouvellement.

- Les autres externalités sont invisibles : généralement, les règles d'application ne sont pas souples. Par exemple, si plusieurs ménages partagent un branchement, leur consommation dépasse la première tranche. Ainsi, des ménages plus pauvres paient un tarif moyen plus élevé que des ménages dotés d'un branchement individuel.

- L'argument de Whittington et Borland selon lequel la tarification au coût marginal est suffisante à la conservation de la ressource, c'est-à-dire à son remplacement, nous paraît contestable dans la mesure, où le coût réel de développement de la ressource est le plus souvent supérieur à son simple coût de remplacement du fait de la loi des rendements décroissants. Or, il est le plus souvent impossible d'anticiper raisonnablement sur ce coût de développement à long terme, c'est-à-dire celui du remplacement d'une ressource souterraine par une ressource superficielle, d'un transfert existant par un autre transfert plus éloigné, etc. Les risques d'erreurs sont bien trop élevés pour pouvoir raisonnablement les anticiper et les intégrer dans la tarification. La grille nationale de tarification a été définie en 1985 par décret n° 85-267 du 29 Octobre 1985. La facturation de la consommation d'eau est établie trimestriellement sur la base du barème figurant dans le décret n° 98-156 du 16 mai 1998, J O 17 mai 1998 (modifiant le décret n° 96-301 du 15 sept. 1996), définissant les modalités d'application de la tarification de l'eau potable, industrielle, agricole et l'assainissement. L'étude en vue de la réforme du système de tarification de l'eau à usage domestique, industriel et de l'assainissement a été achevée en 2003. Le dernier barème a été fixé en 2005. Les tarifications se divisent en deux catégories, une tarification pour l'alimentation en eau potable et une pour l'assainissement (Tableau 4).

*Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie*

Tableau 4 : Les barèmes de tarification de l'eau potable « Tarif- Eau (E) et Tarif-
Assainissement (A)

Catégories	Tranches	Coef.	Prix m ³ E	Prix m ³ A
Ménages (I)	1 ^{ère} tranche 0 à 25 m ³ / Trim.	1	6,30	2,35
	2 ^{ème} tranche 26 à 55 m ³ / Trim.	3,25	20,48	7,64
	3 ^{ème} tranche 56 à 82 m ³ / Trim.	5,5	34,65	12,93
	4 ^{ème} tranche Plus de 82 m ³ /Trim.	6,5	40,95	15,28
Administrations & Services (II)	Tranche Unique	5,5	34,65	12,93
Industries & Tourisme (III)	Tranche Unique	6,5	40,95	15,28

Source : Ministère des Ressources en Eaux (MRE), (Janvier 2005).

Cette structure tarifaire a été l'objet de négociations difficiles entre responsables politiques et experts. Elle n'en constitue pas moins une incitation à l'économie d'eau de la part des ménages, et une recherche de régulation des consommations à partir des tarifs. De plus, les problèmes d'assainissements sont pris en compte dans le tarif appliqué, ce qui permet aux entreprises de gestion de l'eau d'avoir des comptes équilibrés où de prendre en charge au moins le coût de l'épuration.

5.2 Subventions croisées

Il existe deux types de subventions croisées : les subventions croisées intracatégorie et intercatégories.

- Les subventions croisées intracatégorie permettent de diminuer les dépenses de consommation pour une partie des abonnés d'une catégorie donnée en faisant financer cette diminution par les autres abonnés de cette catégorie. Par exemple, les consommations des ménages pauvres (petits consommateurs) peuvent être en partie financées par les ménages plus riches (plus gros consommateurs). Du fait de leurs effets négatifs sur les économies d'échelle, il est nécessaire que ce type de subvention soit strictement limité aux ménages les plus pauvres.

- Les subventions croisées intercatégories permettent de diminuer les dépenses de consommation pour tout ou partie d'une catégorie d'abonnés donnée en faisant financer cette

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

diminution par les autres catégories. Par exemple, les consommations des ménages pauvres (petits consommateurs) peuvent être en partie financées par les abonnés professionnels.

Dans les deux variantes de subvention, il est nécessaire de définir les montants des transferts acceptables selon des critères économiques, c'est-à-dire par différence entre le prix économique du service et le niveau maximum d'accessibilité financière des ménages. Au-delà, c'est à l'Etat d'apporter les aides suffisantes aux gestionnaires des services ou directement aux ménages les plus pauvres, en fonction de ce qu'il considère comme politiquement acceptable.

5.3 Aides publiques

Il s'agit de l'ensemble des subventions apportées par l'Etat au secteur et permettant de réduire les externalités négatives. Les aides publiques se combinent avec les exonérations ou réductions fiscales pour cette réduction⁴⁶. L'allocation d'aides publiques pour la fourniture d'un bien ou d'un service signifie que le prix réel de ce bien ou de ce service ne couvre pas l'intégralité des coûts réels de sa fourniture.

6. Les outils de la régulation lors de la délégation des services

A l'heure où la concurrence est introduite dans la plupart des industries de réseau, le monopole public sur l'approvisionnement de l'eau n'est, pour l'essentiel, pas remis en cause en Algérie, en raison notamment de l'impossibilité technique de multiplier les offres sur un même réseau physique de canalisation qui, sans évolution technologique majeure, conserve son caractère de monopole naturel. Cependant, le contexte de libéralisation donne au débat sur l'efficacité de la gestion des services qui restent de la responsabilité des collectivités publiques une acuité particulière. Ainsi, dans le secteur de l'eau, la question de l'efficacité économique de la gestion directe par la commune ou l'établissement public comparée à la gestion déléguée à des entreprises privées se pose⁴⁷.

⁴⁶ MRE/SOGREAH/ICEA. Etude sur la Tarification de l'Eau à Usage Domestique et Industriel et de l'Assainissement Juin 2003 p4.

Les externalités désignent les phénomènes qui ne sont pas pris en compte par les mécanismes de marché (détermination d'un prix à partir du jeu de l'offre et de la demande de service). Les externalités sont en grande partie "invisibles", c'est-à-dire qu'elles peuvent être difficilement quantifiées, par exemple l'effet des maladies hydriques sur l'économie, la détérioration de l'environnement sur la vie animale et végétale, etc. Ces externalités peuvent être "positives" ou "négatives" selon le sens dans lequel les effets interviennent. Par exemple, il est considéré que le raccordement des ménages pauvres à un réseau d'alimentation en eau a un effet positif sur la santé publique. Il est également considéré qu'une forte consommation d'eau potable a un effet négatif sur la qualité et la pérennité de la ressource.

⁴⁷ Saussier et al. (2004).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

Nul ne conteste l'importance décisive de l'approvisionnement régulier en eau de qualité pour les populations. Mais le choix du mode organisationnel le plus efficace, en termes de coûts économiques et de qualité des services rendus, reste une question ouverte.

L'étude de la théorie de la régulation, plus particulièrement le paradigme principal-agent, dans lequel la collectivité locale (le principal) confie l'exploitation de son service d'eau à un opérateur privé (l'agent). Le problème essentiel que l'on rencontre dans ce type de modèle est informationnel.

Les entreprises privées possèdent une information sur la technologie et les coûts pour exploiter le service que les collectivités n'ont pas. C'est à partir de cette asymétrie d'information sur le marché, en dissimulant ses vrais coûts, que l'entreprise délégatrice peut réaliser des rentes. En revanche, le mode de tarification et les objectifs fixés par le principal font supporter un risque financier à l'agent.

Lorsque l'entreprise nationale décide de faire appel à une entreprise privée, c'est dans le cadre d'un contrat pluriannuel définissant les règles que doit respecter le prestataire de service. Cela concerne les termes des prestations attendues, le prix de l'eau payé par les usagers ainsi que la formule de révision des prix, et, dans le cas de l'affermage, la part reversée par la société fermière à la municipalité au titre des investissements. Il n'y a pas de supervision permanente d'un régulateur mais une sorte de concurrence organisée à intervalles réguliers par le biais de contrats à durée prédéterminée conclus entre les communes ou les établissements publics et les sociétés privées, permettant ainsi de réduire leurs profits⁴⁸.

6.1 La mise en concurrence de la délégation

De 2005 à 2007⁴⁹, la gestion des services publics de l'eau et de l'assainissement dans les grandes villes d'Algérie a été déléguée à des Sociétés par Actions dont le management a été confié à des opérateurs internationaux de renom sur la base de contrats à objectifs, incluant le transfert de savoir-faire. Dans les accords de gestion déléguée, l'Etat reste propriétaire des infrastructures, des réseaux et de l'entité de gestion ; une société par actions en l'occurrence, dont le capital est exclusivement constitué de fonds publics et l'actionnariat formé par les seuls établissements publics "Algérienne des Eaux" et "Office National de l'Assainissement".

⁴⁸ Boyer et Garcia (2002).

⁴⁹ Ministère des Ressources en Eau (MRE, 2007).

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

L'Etat demeure également, seul décideur dans le domaine de la tarification. Le partenaire quant à lui, intervient pour la réalisation d'objectifs fixés contractuellement tels que la fréquence de distribution, le comptage, le recouvrement, la formation... etc. A mi-parcours, les résultats de la démarche sont probants et militent en faveur de son extension à d'autres grandes agglomérations du pays. Le secteur entend donc poursuivre le processus de délégation de la gestion des services publics de l'eau et de l'assainissement en accordant la priorité aux villes concernées par le programme de dessalement d'eau de mer et dont les réseaux d'AEP et d'assainissement ont connu des opérations de réhabilitation.

6.2 Le contrat comme mécanisme incitatif

La théorie des contrats propose des instruments pour corriger les distorsions économiques qui sont la conséquence d'une distribution asymétrique de l'information entre le principal et l'agent. Les problèmes d'information peuvent se résumer, nous l'avons dit, au fait que le principal qui confie l'exploitation d'un service à un agent ne connaît ni les caractéristiques techniques de l'agent, ni l'effort qu'il est prêt à consentir pour gérer efficacement son activité. Le principal doit arbitrer entre l'efficacité de l'agent en termes de coût et de l'extraction de ses rentes. Il est d'usage de représenter cet arbitrage par les deux types de contrat suivants :

- les contrats fondés sur des prix fixes ou plafonnés "Price Cap" ont un pouvoir incitatif élevé mais également un coût élevé en termes d'abandon de rentes.
- les contrats fondés sur des formes de remboursement des coûts "Cost Plus" ont un pouvoir incitatif faible mais un coût faible en termes d'abandon de rentes. On montre que les entreprises les plus efficaces ont intérêt de choisir un contrat "Price Cap" et les autres un contrat "Cost Plus".

Les agences délégatrices des services publics d'eau et d'assainissement disposent d'une large liberté pour rédiger les contrats de délégation. Néanmoins, l'assemblée délibérante de la collectivité doit en premier lieu se prononcer obligatoirement sur deux points :

- le type de contrat (qui doit être mentionné dans les avis de mise en concurrence),
- les caractéristiques quantitatives et qualitatives des prestations que doit assurer le délégataire et les conditions de tarification du service rendu à l'utilisateur.

Les agences sont totalement responsables de leurs choix. Elles doivent donc élaborer des contrats équilibrés c'est-à-dire qui incitent le délégataire à offrir le meilleur service en

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

garantissant le prix le plus satisfaisant pour les usagers. Le mode de délégation⁵⁰ influence le comportement de gestion de l'opérateur. La formule de la **concession** donnant à l'entreprise privée la responsabilité du financement des infrastructures, de l'exploitation et la maintenance du service incite l'opérateur à faire les travaux d'investissement en début de contrat et à prendre les décisions de production efficaces puisque les conséquences de ses choix l'affectent directement. Le risque est que l'opérateur exploite ensuite le service en ralentissant le rythme de ses investissements au fil des ans à l'approche du terme du contrat. Le moyen pour les agences municipales de pousser le délégataire à améliorer son service tout au long de la période d'exploitation est d'introduire dans le contrat des objectifs à atteindre à dates fixées et d'en vérifier régulièrement la réalisation.

Les contrats d'**affermage**, les frais de premier établissement étant engagés, semblent inciter le propriétaire à une bonne gestion de son service dans la mesure où son objectif est d'accroître son résultat d'exploitation et donc de réduire ses coûts.

Le contrat de **régie intéressée**, comme son nom l'indique, se situe à mi-chemin entre la gestion publique et la gestion déléguée puisque la participation de l'entreprise privée à l'exploitation est faible. La collectivité garde la responsabilité financière, mais le régisseur peut être associé à la détermination du prix. De plus, une rémunération en fonction des résultats de l'exploitation et la possibilité d'obtenir une prime de productivité encourage l'opérateur à des efforts dans le sens d'une amélioration de la performance d'ensemble du service.

La **gérance** se distingue de la régie intéressée par la rémunération forfaitaire (sans intéressement aux résultats d'exploitation) de l'opérateur privé souvent sous la forme de prime fixe annuelle peut avoir des effets positifs sur l'efficacité du service en incitant l'exploitant à une meilleure productivité. Sa formule de tarification se rapproche du « Price Cap » car le tarif des prestations est fixé par le contrat. Ce système va donc inciter le gestionnaire à réduire ses coûts. Le problème de la collectivité est de choisir correctement ce tarif de façon à ce que le gérant ne soit pas obligé de faire des économies excessives au détriment de la qualité du service. En outre, n'assumant ni le risque industriel, ni le risque commercial, il est possible que l'opérateur ne fasse pas les choix de production efficaces.

⁵⁰ Boyer et al. (2001)

7. Conclusion

Afin de converger vers un développement durable, l'importance de l'eau n'est plus à démontrer tant d'un point de vue économique et social que culturel. Ceci est d'autant plus vrai dans les pays arides et semi arides. La gestion est appelée à s'inscrire dans une stratégie axée sur la durabilité de la ressource et l'accès des différents usagers. L'eau a une valeur économique et devrait donc être reconnue, d'une manière pratique, comme bien économique.

Les prélèvements annuels pour l'usage domestique sont de l'ordre de 1.336 milliards de mètre cube, soit 22% des prélèvements totaux. Si on inclut l'usage agricole et industriel, les prélèvements annuels en eau représentent 31,8 % des ressources renouvelables de l'Algérie. L'Algérie connaît donc une situation rassurante en matière de disponibilité de la ressource en eau, mais des déséquilibres entre quantité disponible et demande peuvent pourtant se produire dans certaines zones et à certaines périodes de l'année.

Afin que l'eau soit disponible pour tous, il est nécessaire d'adopter des règles communes pour assurer son partage équitable et veiller à son bon usage. La première règle est que chacun doit pouvoir bénéficier de cette ressource et la seconde est que l'usage par les uns ne doit pas porter préjudice aux autres. Comme l'eau est rare, les pouvoirs publics doivent intervenir pour soumettre toutes les utilisations de l'eau à des règles communes de bonne gestion. Le thème porteur actuel est celui de la gestion intégrée ou de l'eau "GIRE/IWRM"⁵¹ qui associe tous les acteurs économiques.

Le développement socioéconomique d'un pays, d'une région, est un objectif principal de tout Etat. Cela affecte inévitablement les ressources en eau tant sur le plan de la qualité (pollution domestique et industrielle) que sur celui de la quantité (augmentation de la consommation).

En Algérie, les services d'eau potable et d'assainissement sont sous la responsabilité d'agences nationales (ADE et ONA). Cependant, des collectivités locales importantes choisissent de déléguer ces services publics à des opérateurs privés plutôt que de les exploiter elles-mêmes. En effet, la gestion directe pose souvent des problèmes techniques et financiers accentués par le niveau élevé des normes de qualité fixées par l'Union Européenne.

L'organisation du secteur de l'eau, la diversité des modes de gestion et certains points de la législation ont fait l'objet de ce chapitre préliminaire. Ils sont autant de thèmes qui

⁵¹ Integrated Water Ressource Management

Chapitre préliminaire :
Organisation et réglementation des services publics d'eau potable
et d'assainissement en Algérie

différencient l'Algérie des autres pays. Le système de gestion déléguée pour lequel a opté l'Algérie diffère de ce qui est fait ailleurs. Certains pays sont allés directement à la concession alors que l'Algérie a opté pour une voie médiane qui permet de garder tout le processus de contrôle.

Le marché de l'eau est un marché de services liés à sa mise à disposition. Ce qui coûte cher ce sont les infrastructures des réseaux de distribution et d'assainissement qui représentent des investissements très lourds qui s'amortissent sur des décennies. L'eau potable est un produit de consommation bon marché par unité de poids, mais qui a un coût puisqu'il faut la transporter, la traiter et la distribuer. La couverture des coûts doit être assurée pour que le service soit rendu sans interruption. Si l'eau est payante, le coût de l'eau peut être réparti entre les usagers au prorata des consommations individuelles, ce qui est généralement considéré comme étant une solution équitable de partage des coûts⁵². La nécessité de la tarification du service de l'eau dépend alors du coût de la ressource.

L'Algérie comme la plupart des pays en développement, a choisi une tarification progressive de l'eau potable. L'idée est d'assurer pour tous l'accès à une quantité minimale d'eau à un coût raisonnable. Cette structure tarifaire consiste à facturer aux ménages les premiers m³ à un prix très faible, afin de répondre aux besoins vitaux (boisson, hygiène). Puis les tranches suivantes de consommation sont facturées à un prix plus élevé. Les consommations au-delà d'un certain seuil sont tarifées à un prix dissuasif, afin d'éviter le gaspillage de cette ressource rare. La mise en place d'une nouvelle tarification basée sur le recouvrement des coûts complets des services et sur le financement du renouvellement de leurs infrastructures, est étroitement liée à l'organisation institutionnelle du secteur.

Dans la dernière section de ce chapitre, nous avons souligné comment par le biais des différents types de contrats et le système de remise en jeu de l'exploitation des services par les collectivités, il est fait appel à certains outils de régulation recommandés par la théorie économique.

⁵² La couverture des coûts vise à assurer l'équilibre financier au sein d'un groupe d'usagers, elle ne signifie pas que l'eau doit être vendue à son véritable coût, ni tarifée au prorata de la consommation réelle ni vendue à tous au même prix unitaire.

PARTIE 1 :

ÉTUDE DE LA TECHNOLOGIE

DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

1.1 Introduction

La conférence internationale sur l'eau et l'environnement tenue à Dublin (Irlande) en 1992 a considéré l'accès à l'eau potable comme l'un des principaux droits de l'homme. En effet, l'eau est un bien indispensable pour la survie et sa disponibilité en quantité et en qualité détermine les conditions de vie, l'hygiène alimentaire et l'état de santé des populations.

Le secteur de l'eau englobe l'utilisation et la consommation directe de la ressource, le drainage et l'irrigation des terres, l'assistance en cas d'inondation, l'utilisation pour l'industrie ou autres, la protection de l'environnement, l'évacuation et le traitement des eaux usées et des affluents industriels. Il s'en suit que les décisions ayant trait à l'eau mettent en jeu beaucoup de groupe d'intérêt. Ce qui justifie l'importance accordée à ce secteur.

Depuis plusieurs années et dans la plupart des pays industrialisés, la gestion des services publics d'alimentation en eau potable (AEP) et d'assainissement est l'objet de débats récurrents. Très tôt, les questions que relèvent les décideurs politiques ont été soumises aux économistes. De nombreuses études principalement américaines, mais aussi françaises ont été réalisées sur le sujet, voir Ford et Warford (1969), Crain et Zardkoohi (1978), Km (1987), Teeple et Glycer (1987), Bhattacharyya, Harris, Narayanan, et Raffie (1995), Sage (1999), Reynaud (2000), et Garcia (2001), parmi d'autres.

Cependant, les résultats d'estimation sur les rendements d'échelle et ceux sur la comparaison des gestions publique et privée sont très hétérogènes et ne sont pas toujours concluants. En outre, les travaux similaires effectués sur des services d'eau potable algériens sont pour ainsi dire inexistant. À notre connaissance, seule l'étude de SOGREAH (2003) consacrée à la tarification d'eau potable et d'assainissement avec une application au secteur de l'eau en Algérie se penche sur le côté demande du marché de l'eau. Cette étude contient une analyse empirique sur les prix de l'eau réalisée à partir d'un échantillon de services d'eau algérien. Cependant, elle ne traite pas la question de la technologie et des coûts de la fourniture en eau potable. En Algérie, l'exploitation des services pouvait être soit directement réalisée par la collectivité soit confiée à une entreprise spécialisée. L'AEP étant caractérisée par une exploitation monopolistique, la gestion des services d'eau par des entreprises privées est source d'inefficacité, principalement à cause de l'information privée détenue par les exploitants sur leur technologie.

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

Dans ce contexte et dans le cadre de l'élaboration d'un système de tarification et de réglementation efficace pour le secteur de l'eau, une évaluation des coûts des services est un préalable nécessaire. Dans une perspective de régulation du secteur de l'eau, l'étude complète de la structure des coûts de production de l'eau potable est une étape essentielle pour les agences de régulation qui désirent mettre en place des mécanismes de contrôle tels que le taux de rendement (Rate of Return), le prix-plafond (Price-Cap), la couverture des coûts plus un taux de profit autorisé (Cost-Plus), la concurrence par comparaison (Yardstick Competition).

Les pratiques actuelles de tarification des services d'eau sont soumises aux critiques des économistes pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les prix sont établis à partir des dépenses moyennes annuelles et ne reflètent donc pas les coûts marginaux des services. Ensuite, le cycle de la structure des demandes est totalement négligé. Enfin, l'eau étant une ressource naturelle semi-renouvelable, les problèmes inhérents à sa nature doivent aussi trouver leur place dans la gestion du service.

Trois caractéristiques de la distribution d'eau potable sont particulièrement intéressantes à analyser. Premièrement, l'eau potable destinée aux différents usagers est obtenue à partir d'une eau brute (eaux de surface ou eaux souterraines) dont l'accès, certes réglementé, n'engendre pas de coût d'acquisition. C'est pourquoi n'est-il pas traité de la même façon que les autres inputs variables que sont le travail, l'énergie et les produits de traitement. Par conséquent, le seul coût pour accroître la quantité d'eau dans le réseau est essentiellement le coût marginal associé à sa production, à savoir essentiellement les coûts d'énergie et de traitement. La seconde caractéristique est l'existence de pertes d'eau sur le réseau en aval de la mise en distribution du volume d'eau destiné aux usagers. Si ces deux biens "eau effectivement distribuée" et "eau perdue" sont complémentaires c'est-à-dire que leurs volumes sont corrélés positivement alors l'impact des pertes d'eau de réseau sur les usagers peut être pallié par une production accrue en amont. Cela est en particulier vrai si le coût marginal de réparation des fuites (essentiellement le coût du travail) est supérieur au coût de surproduction (essentiellement le coût de l'énergie) nécessaire pour maintenir constante la satisfaction des consommateurs finals. Les pertes d'eau en réseau est l'une des causes d'inefficacité d'ensemble du système et clairement un point à ne pas négliger pour les gestionnaires des services en termes de coût d'opportunité du volume d'eau perdu.

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

D'un point de vue public, les pertes d'eau sont indésirables dans le contexte de politiques de protection de la ressource, en particulier dans les régions où l'eau n'est pas abondante. La façon dont ces pertes interfèrent avec l'eau destinée aux usagers finals n'a pas été pleinement prise en compte dans la littérature économique sur les services publics d'alimentation en eau potable. Les responsables des services d'eau ont intérêt à tenir compte de ces interactions. Pour un volume d'eau perdu non optimal, la distribution de l'eau potable au coût minimal ne pourrait pas se faire. Alors, s'ils cherchent à réduire ce type d'inefficacité, ils doivent ajuster le niveau des pertes en fonction du volume d'eau demandé et du coût de prévention des pertes.

De leur côté, les autorités de régulation environnementale devraient également tenir compte de ce problème lorsqu'elles élaborent des systèmes de régulation basés sur la performance des services. Si cette performance se mesure en termes d'adéquation des infrastructures à la zone desservie et au volume d'eau potable mis à disposition, les instances préoccupées par l'état des stocks des ressources doivent porter une attention particulière au rendement des réseaux. En effet, un taux de perte trop élevé pourrait signifier que les installations fonctionnent en surcapacité et qu'un réseau de meilleure qualité permettrait une extraction plus raisonnable et ainsi des économies d'eau brute.

D'un point de vue environnemental, les pertes d'eau dans le réseau doivent être réduites autant que possible. Si nous considérons que l'eau brute a une valeur économique non nulle appelée aussi prix fictif, le dommage social associé aux pertes pourrait être calculé simplement comme le produit de ce prix et du volume d'eau perdu. Ce problème peut finalement se résumer à un arbitrage entre la réparation des fuites et l'accroissement du bien produit, lorsqu'il faut maintenir la demande des usagers satisfaisante et qu'il existe des pertes en réseau.

Soulignons toutefois qu'un tel raisonnement perd un peu de son poids si l'exploitation du service d'eau potable intègre à la fois les étapes de production et de distribution. En effet, une façon de remédier à ces gaspillages d'eau serait de préconiser la séparation des activités production et distribution en deux services publics distincts. Dans ce cas, le service en charge de la distribution a clairement intérêt à minimiser les pertes du système, l'eau provenant du service de production devenant alors un facteur de production. Par conséquent, le gain à la séparation des activités de production et de distribution dans un service public d'eau dépend

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

de l'importance des économies de coûts réalisées lorsque le service s'autorise un certain volume d'eau perdu.

La troisième caractéristique du secteur est la possibilité qu'offre le service d'eau pour atteindre une meilleure efficacité d'ensemble de manières différentes ; soit en augmentant le nombre d'usagers sur le réseau pour un volume d'eau relativement identique ; soit en regroupant les communes sous la forme de syndicat afin de partager les coûts fixes et limiter les risques de déficit d'eau en cas de pénuries. Le bénéfice de tels regroupements dépend cruciallement de l'existence d'économies d'échelle et d'envergure.

L'intérêt de l'analyse de la structure des coûts d'alimentation en eau potable, au-delà de son apport indispensable pour la réglementation du service, est donc multiple. L'analyse du comportement des gestionnaires des services d'eau est également importante en ce qui concerne les aspects techniques, environnementaux et de bien-être social. Dans un secteur où la ressource doit être protégée, il semble approprié d'évaluer le degré d'efficacité technique des services dans leur ensemble pour différentes raisons.

D'abord, une recherche poussée sur la structure des coûts peut aider à détecter et à réduire les inefficacités techniques et économiques avec des bénéfices sociaux directs sous la forme de baisse du prix de l'eau. Ensuite, la possibilité pour les services de tenir compte des effets d'échelle permet de réduire les coûts moyens d'exploitation. Une bonne connaissance de la technologie employée peut donner des indications sur d'éventuels gains au branchement de nouveaux abonnés ou au développement des réseaux (regroupement de communes). Enfin, le gaspillage d'eau sous la forme de pertes en réseau doit aussi être intégré dans l'analyse afin de donner des éléments nouveaux pour les arbitrages que doivent faire les responsables des services et des instances de régulation.

Les premières études sur les coûts de production analysaient la production d'eau dans le cadre monopole mono produit, où le seul bien était le volume d'eau vendu aux usagers. Mais très vite, la nécessité d'une approche en termes de monopole multi produits s'est fait sentir pour mieux appréhender les caractéristiques du secteur. On peut citer pour ces applications au cadre multi produits, l'article de Hayes (1987) dans lequel considère deux marchés (les ventes d'eau en détail et en gros), et celui de Renzetti (1992) fait la distinction entre volume d'eau distribué respectivement aux abonnés résidentiels, commerciaux et industriels, et celui de

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

Garcia et Thomas (2001) considère les pertes d'eau dans le réseau comme un bien produit involontairement et conjointement avec l'eau distribuée aux abonnés.

Comme nous le constatons, aucune de ces études et au-delà, ne portent sur les pays en voie de développement. Ainsi, partant de ces travaux et en particulier celui de Garcia et Thomas, nous nous proposons dans ce travail, d'élargir le champ géographique à l'Algérie en prenant en compte les fréquences et plages horaires de distribution comme une caractéristique particulière des services d'eau potable dans ce pays, nous analyserons à travers les mesures de rendement, en particulier, les économies de densité d'utilisateurs, l'impact de cette caractéristique sur les performances d'ensemble du service de production et de distribution d'eau potable.

Dans ce chapitre, nous proposons par le biais de mesures classiques de rendements appliquées au secteur de l'eau, une analyse détaillée de la technologie de production à partir de variables techniques de réseau et des effets de leur variation. Cette approche nous permet d'apporter des indications utiles sur la performance des réseaux des services existants en réponse aux variations de la demande d'eau. Nous définissons cette performance en termes d'élasticité de coût par rapport à la production, à la taille du service et aux infrastructures de production, de stockage et de pompage, ainsi qu'au nombre d'abonnés branchés sur le réseau d'eau. En outre, les mesures d'économies d'échelle qui dépendent notamment du nombre d'abonnés et la longueur du réseau d'eau potable. Enfin, nous introduisons le concept de complémentarités de coût pour étudier le gain à produire conjointement un volume d'eau distribué et un volume d'eau perdu.

Dans la section 2 de ce chapitre, nous décrivons la technologie mise en œuvre dans les réseaux d'AEP. La troisième section concerne la modélisation économique du processus de production, qui nous amène à l'étude de la fonction de coût variable d'AEP. La section 4 rappelle les définitions des mesures de rendements de densité et d'échelle ainsi que d'autres notions importantes de l'analyse de production. Enfin, la dernière section conclut ce chapitre en apportant des commentaires supplémentaires sur notre modélisation.

1.2 Le réseau et la technologie de l'alimentation en eau potable

Les objectifs généraux du service d'eau potable sont de produire une eau de bonne qualité à partir d'une eau brute pouvant nécessiter un traitement, puis de la mettre à disposition des usagers en s'adaptant en permanence à leur demande et en préservant la qualité de l'eau durant son séjour dans le réseau.

S'agissant d'un service public, la priorité est accordée à la permanence du service et à la sécurité de fonctionnement tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Les conditions du service doivent être régulières, le risque de défaillance minimum, le coût de la fourniture aussi faible que possible. Il en résulte que chaque usager doit disposer en permanence à chaque instant du jour et de l'année et à l'emplacement où il a souscrit un abonnement, de la quantité d'eau conforme aux normes de potabilité dont il a besoin et à la pression suffisante.

Il apparaît ainsi clairement que les contraintes technologiques sous-jacentes vont jouer un rôle déterminant dans la construction de la fonction de coût.

Les services d'AEP¹ recouvrent toutes les opérations mises en œuvre pour assurer la desserte en eau potable, depuis le prélèvement dans le milieu naturel jusqu'au robinet de l'utilisateur. Le processus d'AEP fait intervenir plusieurs fonctions principales, chacune entraînant des dépenses spécifiques :

1 La fonction de production-traitement² couvre l'ensemble des prélèvements d'eau dans le milieu naturel : prise d'eau superficielle en rivière, en lac ou en mer, captage de sources, prélèvement en nappe alluviale ou profonde. Bien souvent l'eau brute destinée aux réseaux publics d'AEP ne requiert pas, pour l'exploitant, de s'acquitter du paiement de droits d'extraction. Néanmoins, il est nécessaire de disposer d'un permis d'extraction, délivré, par les autorités. D'ailleurs, dans les zones où la ressource en eau n'est pas disponible en quantité ou en qualité suffisantes pour satisfaire à tous les usagers concurrents (industrie, agriculture, réseaux publics), l'eau est assignée en priorité à son exploitation par les réseaux publics et est ainsi prioritairement destinée à l'AEP.

¹ Pour une définition plus complète du réseau, voir Annexe B.

² On trouve des canalisations (adduction) véhiculant l'eau brute ou prétraitée de la zone de prélèvement vers la zone d'utilisation, en amont des ouvrages de production.

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

2 Le transfert ou adduction, c'est-à-dire le transport de l'eau brute, ou prétraitée, du lieu de captage aux ouvrages de stockage ou de traitement situés en aval (selon la qualité initiale de l'eau prélevée) et ce au moyen de canalisations, le transport de l'eau potable entre ouvrages peut se faire gravitaire³ ou nécessiter la mise en jeu d'un pompage (refoulement).

3 Le traitement et le stockage de l'eau (le stockage avant⁴ et après traitement⁵) : le traitement peut être assimilé au véritable processus de production proprement dit de l'eau, qui vise à transformer une eau brute en une eau potable, c'est-à-dire satisfaisant les normes couramment, et légalement, admises pour la consommation humaine. Ils sont, tous deux cependant, fonction de la qualité de l'eau brute mais surtout de l'envergure de la population desservie.

4 La mise en pression d'un secteur de distribution dépend de la capacité de stockage du système, et est assurée soit de façon gravitaire par un réservoir implanté à une cote suffisamment élevée, soit par un équipement de pompage. La circulation de l'eau dans les canalisations est un problème essentiel et la topographie de l'aire de service s'agit également d'un point clé du coût de mise à disposition de l'eau. En ce sens, intégrer les capacités des installations en jeu dans cette activité, à savoir les stations de surpression et les réservoirs participe de cette volonté de prendre en compte toutes les spécificités de cette industrie.

5 La distribution est la livraison de l'eau à l'abonné via le réseau public, autrement dit par l'architecture des conduites de distribution et celles de branchement. Le réseau de distribution (comme celui d'assainissement, mais en sens inverse) se caractérise par un premier réseau de canalisations, le réseau principal, partant de l'usine de traitement et de production, et cheminant à travers l'agglomération desservie, et par un second réseau, le "réseau de branchements", chaque branche reliant chacun des abonnés, individuellement (maisons individuelles), ou collectivement (immeubles), à partir d'un nœud issu du réseau principal. Les canalisations sont installées, le plus couramment de manière souterraine, et sont prévues afin d'être utilisables sur le plus long terme possible : pour cette raison que leur configuration doit permettre de satisfaire toute demande qui pourra s'adresser, à court et long terme, au service, ce qui nécessite d'anticiper celle-ci de manière fine, puisque toute croissance de celle-ci devra entraîner le développement du réseau⁶.

³ Le transport est gravitaire lorsque l'écoulement de l'eau se fait naturellement : le niveau de l'eau statique à l'amont du tronçon considéré est à une cote supérieure au niveau d'eau statique à l'aval du tronçon, voir Davies (1968).

⁴ On parlera alors de « barrages ».

⁵ Ici, on parlera de « réservoirs », « bassins », ou encore « châteaux d'eau ».

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

Les premiers à s'être intéressés à la modélisation et à l'estimation de la fonction de coût de l'eau étaient des ingénieurs du génie civil. Orlob et Lindorf (1958) se concentrent sur l'étude des coûts de construction d'usine et des opérations de traitement de l'eau dans l'état de Californie. En particulier, ils proposent des chiffres comparatifs sur l'importance des coûts selon la provenance des eaux brutes. Paine et White (1968) se penchent sur les coûts de transport de l'eau à partir de données sur les canalisations, mais aussi des éléments relatifs aux systèmes de pompage. L'une des premières études économiques et empiriques est l'œuvre de Hines (1969) qui définit une fonction de coût de long terme pour la production d'eau dans le Wisconsin (USA).

Comme le remarque Garcia [2001, p 71-72], "il est difficile de représenter de façon adéquate la technologie d'AEP au moyen d'une fonction de coût représentative d'un service d'eau, tant l'environnement dans lequel le service évolue peut être différent". La production d'eau doit être initialement distinguée selon que la ressource est souterraine ou captée en surface. L'eau produite à partir d'une nappe souterraine implique des coûts plus importants de forage et de pompage alors que les coûts de traitement sont d'ordinaire plus conséquents pour les eaux de surface. La différence en termes de coûts moyens peut se trouver lors de la phase de distribution qui dépend largement de la taille des zones desservies et de leur densité en population.

Il est donc nécessaire de prendre en compte cette hétérogénéité en intégrant dans la fonction de coût, outre les prix des facteurs de production et les volumes d'eau, des variables représentant le stock de capital (stations de production et de traitement, infrastructures de stockage, équipements de pompage et conduites) et l'environnement technique (la longueur du réseau d'eau potable et le nombre d'abonnés desservis par le service).

Comme nous l'avons déjà dit ci-avant, l'AEP est séparable en deux activités principales : la production d'eau potable proprement dite et la distribution de cette eau vers différentes catégories d'usagers. L'activité de production consiste à prélever l'eau dans le milieu naturel et à la traiter (si nécessaire) pour la rendre potable. L'activité de distribution signifie la fourniture de l'eau potable à la sortie des usines de production aux usagers. Le volume d'eau potabilisé a alors plusieurs destinations possibles. La première est la vente en gros à d'autres services d'eau potable. La seconde est la vente d'eau à différents usagers dans

⁶ La notion de développement du réseau, on ne parlera pas du même type de développement selon qu'il s'agit d'un accroissement de la demande, à nombre d'abonnés inchangés, ou d'un accroissement du nombre de connections.

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

la surface desservie (ménages, structures publiques, entreprises privées...). Cependant, seulement une partie de ce volume d'eau distribué atteint réellement sa destination, l'autre partie est perdue principalement à cause de fuites et de ruptures de conduites. Pour l'étape de production, les fuites sont négligeables car les conduites de transfert sont peu nombreuses et les fuites facilement localisables. Lors de l'étape de distribution, les pertes se produisent à cause de l'action de la corrosion sur les conduites. Des pertes importantes ne permettent plus aux installations de faire face et peuvent aggraver le coût d'exploitation (surconsommation d'énergie de pompage, de réactifs de traitement).

Une relation importante à prendre en compte en pratique est donc celle entre la pression et la demande finale. Il est bien connu dans l'ingénierie de l'eau que pour un réseau et un niveau de pertes d'eau donnés, plus il y a de pression exercée sur les canalisations, plus grande est la vraisemblance des fuites d'eau. Par ailleurs, quand la demande finale d'eau augmente, la pression diminue. Pour bien comprendre cela, nous imaginons qu'un certain volume d'eau est mis à disposition des usagers soit par système gravitaire (en utilisant le différentiel de hauteur entre un réservoir et les usagers finals) soit artificiellement (par pompage). Quand le débit d'eau est minimal (heures creuses par exemple), la pression est maximale. Mais lorsque le débit d'eau consommé augmente, la pression d'eau diminue. Donc, si on augmente la production pour accroître le volume d'eau mis en distribution (sur le même réseau de canalisations) suite à une augmentation de la demande, la pression diminue. Ainsi, les pertes d'eau n'augmentent pas et peuvent même elles aussi diminuer.

Par conséquent, le service d'eau doit faire face à l'alternative suivante lorsque la demande augmente : soit en augmentant la production en laissant les fuites en l'état, soit en réparant les fuites avec le même volume d'eau offert.

Nous allons donc considérer deux biens produits par cette technologie. Le premier correspond aux volumes d'eau vendus aux usagers finals et les volumes vendus en gros à d'autres services d'eau. Le second bien est en fait non désirable et correspond aux pertes d'eau en réseau. Bien que ce dernier volume ne soit pas vendu, il peut néanmoins lui être associé un prix fictif égal à son coût marginal de production.

1.3 Représentation économique des coûts

Considérons un service d'alimentation en eau potable produit un vecteur de deux biens en quantités positives noté $Y \equiv (Y_d, Y_p) \gg 0$ où Y_d est le volume d'eau distribué aux usagers finals et Y_p le volume d'eau perdu. Le processus de production utilise les facteurs de production capital (K), matériel (P^t chimique) (M), électricité (E) et travail (L). Si nous désignons par $x \equiv (x_K, x_M, x_E, x_L)'$ le vecteur des facteurs de production utilisés, la technologie de production de cette firme peut être représentée par la fonction de transformation suivante :

$$f(y, x) = 0 \quad (1.1)$$

Où $y \equiv (y_1, \dots, y_n)'$ est le vecteur des quantités maximales d'eau que la firme peut produire en utilisant le vecteur des inputs x ⁷. Bien qu'étant la seule et unique entreprise dans la production et la distribution d'eau potable en Algérie, l'ADE fait cependant face à un environnement différent d'un centre production à un autre. Ces conditions de production différentes d'une zone à l'autre peuvent être prises en compte par un vecteur de variables Z composé de données relatives à l'environnement ainsi qu'aux caractéristiques techniques tel que le nombre d'abonnés desservis et la longueur du réseau d'eau potable. On peut ainsi écrire la fonction de production comme suit :

$$f(y, x; z) = 0 \quad (1.2)$$

Désignons par $w \equiv (w_K, w_M, w_E, w_L) \gg 0$, le vecteur des prix des facteurs positifs et supposons que l'entreprise détermine le niveau de ses facteurs de production par minimisation des coûts de production. Conformément à la dualité en théorie du producteur, la fonction de coût duale à la fonction de production décrite peut être définie comme suit :

$$\begin{aligned} \min_{x \geq 0} \quad & \sum_{i=K, M, E, L} w_i x_i \\ S.C \quad & | f(y, x; Z) = 0 \end{aligned} \quad (1.3)$$

⁷ Les différents produits y_j peuvent être selon le cas, les volumes d'eau par tranche de facturation, les volumes d'eau par types d'usagers (Ménages, Industriels, Administrations) ou les volumes d'eau distribués et les volumes d'eau perdus.

Chapitre 1
Structure des coûts d'alimentation en eau potable

La fonction valeur qui découle de cette optimisation est la fonction de coût de long terme suivante :

$$C_{LT}(y, w; Z) = \left\{ \min_{x \geq 0} \sum_{i=K, M, E, L} w_i x_i (w, y; Z) \mid x \in V(y, Z) \right\} \quad (1.4)$$

Où $V(y)$ est l'ensemble des facteurs permettant de produire les quantités maximales y dans les conditions de production Z . La fonction de coût ainsi définie suppose une parfaite flexibilité du stock de capital qui en réalité est un facteur quasi-fixe. Pour tenir compte de cette réalité, nous pouvons construire une fonction de coût de court terme issue du programme de minimisation des dépenses en facteurs variables conditionnellement au niveau de stock de capital fixé :

$$\begin{array}{l} \min_{x \geq 0} \sum_{i=K, M, E, L} w_i x_i \\ S.C \left| \begin{array}{l} f(y, x_v, x_k; Z) = 0 \\ x_k = K \end{array} \right. \end{array} \quad (1.5)$$

Ce qui nous conduit à la fonction de coût de court terme suivante :

$$\begin{aligned} C_{CT}(y, w_v, w_k; K, Z) &= \left\{ \min_{x \geq 0} \sum_{i=M, E, L} w_i x_i (w_v, y; K, Z) + w_k K \mid x \in V(y, Z) \right\} \\ &= CV(w_v, y; K, Z) + CF \end{aligned} \quad (1.6)$$

Où $x_v \equiv (x_M, x_E, x_L)'$ est le vecteur des facteurs variables, $w_v \equiv (w_M, w_E, w_L)'$ le vecteur des prix correspondant, CV les coûts variables, c'est-à-dire incluant les coûts directement liés à la production et CF les coûts fixes recouvrent tous les coûts qui sont indépendants des volumes produits.

Dans le cadre de ce chapitre, on s'intéresse au comportement de minimisation des coûts de production de l'entreprise à court terme c'est-à-dire la fonction de coût variable conditionnelle $CV(w_v, y; K, Z)$. Cette fonction possède les propriétés usuelles de non négativité, de non décroissance par rapport aux prix des facteurs w_v et aux niveaux de production y , homogénéité de degré 1 par rapport à w_v . Elle est en outre concave et continue

Chapitre 1
Structure des coûts d'alimentation en eau potable

par rapport aux prix des facteurs w_v . **Le lemme de Shephard** permet d'obtenir, à partir de la fonction de coût ainsi spécifiée, les fonctions de demandes conditionnelles en facteurs de production. En effet, si $CV(w_v, y; K, Z)$ est différentiable, on a alors :

$$x_i(w_v, y; K, Z) = \frac{\partial CV(w_v, y; K, Z)}{\partial w_i} \quad i = M, E, L \quad (1.7)$$

Où $x_i(w_v, y; K, Z)$ est la demande conditionnelle en facteur de production i . Le comportement de minimisation des coûts des entreprises est donc bien résumé par les équations (4) et (5).

Il nous paraît peu réaliste d'étudier une fonction de coût total englobant coûts variables et coûts fixes, qui supposerait que tous les facteurs (y compris le capital) peuvent s'ajuster instantanément. Ceci serait d'autant plus erroné que la durée des contrats entre la collectivité et l'opérateur a considérablement diminué ces dernières années et donc que l'exploitant ne se préoccupe qu'à très court terme de l'état des infrastructures.

Le modèle ne se désintéresse pas pour autant du coût de capital, car il inclut des variables représentant la capacité du réseau. Ainsi, cette mesure du capital joue un rôle important dans l'explication des coûts variables et la définition du niveau optimal des infrastructures. En effet, les facteurs fixes ne minimisent pas forcément les coûts. Par ailleurs, il est possible de retrouver la fonction de coût total de long terme à partir de la fonction de coût variable si cette dernière est minimisée par rapport au stock de capital :

$$\begin{aligned} C_{LT}(y, w; Z) &= \min_k \{ CV(w_v, y; K, Z) + w_k K \} \\ &= CV(w_v, y; K(y, w), Z) + w_k k(y, w) \\ &= C_{CT}(y, w; K(y, w), Z) \end{aligned} \quad (1.8)$$

Ainsi, comme le soulignent par exemple Cowing et Holtman (1983) cité par Garcia et Thomas (2001), les conditions de premier ordre de minimisation du coût de long terme sont satisfaites si :

$$\frac{\partial CV(w_v, y; K, Z)}{\partial K_u^*} = -w_{k_u}, \quad (1.9)$$

Où les K_u^* sont les quantités optimales de facteurs quasi-fixes et les w_{k_u} leurs prix. La fonction de coût de court terme doit satisfaire aux mêmes propriétés que la fonction de coût de long terme. Elle doit toutefois vérifier une propriété supplémentaire (voir Chambers (1988), p.102) dite de non croissance en capital.

1.4 Rendements de réseau et complémentarités du coût

L'AEP et l'assainissement sont deux activités intrinsèquement liées, la collecte et le traitement des déchets sont organisés en réseau à l'échelle des collectivités locales. La notion du réseau évoque à la fois des définitions techniques et économiques. Nous nous essayons de tenir compte de ces deux aspects dans notre analyse. Pour l'ingénieur, le réseau d'eau est d'abord un ensemble d'interconnexions de canalisations dont le but est de transporter de l'eau d'un point d'origine s'appelle (lieu de prélèvement) vers un point final (les usagers). C'est aussi tout le processus de transformation qui s'opère entre ces deux points. La morphologie du réseau et les problèmes qui s'y rapportent (essentiellement de transmission) est le sujet de préoccupation de l'ingénieur. Pour l'économiste et le gestionnaire s'intéressent aux caractéristiques économiques de l'activité en réseau. Le réseau est considéré comme un mode d'intermédiation entre des fournisseurs et des consommateurs du bien "eau".

La mesure des rendements d'échelle est très utilisée dans l'analyse micro-économique de la production. La définition classique à partir de la relation entre l'accroissement proportionnel des facteurs de production et l'accroissement de la production est équivalente à celle entre l'accroissement de la production et celle des coûts moyens que nous allons utiliser (Hanoch (1975)). Elles ont été généralisées aux entreprises multi-produits par plusieurs auteurs⁸.

⁸ Panzar et al. (1977)

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

Ces auteurs montrent que la définition et les propriétés des économies d'échelle qui s'appliquent au cas d'un seul produit ne sont plus valides. En particulier, un de ces auteurs montre que le cas multi-produits, " les économies d'échelle ne sont ni nécessaires ni suffisantes pour le monopole pour être la forme d'organisation productive la moins coûteuse".

L'AEP étant organisée en réseau, cela nous conduit à détailler et adapter les concepts de rendements de la littérature économique (voir Roberts)). Dans notre cas, l'intérêt de l'étude des rendements de réseau est de déterminer les effets sur les coûts de production de données propres à la configuration du réseau. L'inclusion de variables comme le nombre d'abonnés nous permet de faire la distinction entre rendements de densité et rendements d'échelle⁹ et de prendre en compte les différentes façons dont la production peut s'accroître. Nous allons donc définir en plus des élasticité d'échelle (EE), les élasticité de densité de production (EDP) et les élasticité de densité d'usagers (EDU).

Nous faisons également la distinction entre les effets d'échelle à court terme et à long terme à partir de la fonction de coût variable. Pour le long terme, comme Caves, Christensen, et Swanson (1981), on calcule les élasticité de coût au niveau de capital observé. Dans ce cas, à l'instar de Panzar (1989), on se défend de qualifier nos mesures de rendements de long terme, à moins de montrer que l'état actuel du réseau et des infrastructures est optimal ou bien que la technologie est homothétique.

Economies de densité de production (EDP)

Ils se définissent comme la variation proportionnelle de la production suite à une variation proportionnelle de tous les facteurs de production à prix de facteurs ainsi que caractéristiques techniques du réseau inchangés. C'est l'équivalent de l'inverse de l'élasticité du coût total de production par rapport à la production. Il existe des économies de densité de production lorsque la production augmente à taille du réseau et nombre d'abonnés inchangés, c'est-à-dire lorsque la quantité demandée par usagers s'accroît, entraînant une diminution des coûts variables moyens. En période courte, le capital physique est fixe et il n'est pas possible d'ajuster les infrastructures aux modifications de la demande des usagers. Dans le cas multi-produits l'élasticité de densité de production de court terme (EDP_{CT}) s'écrit :

⁹ Voir Caves, Christensen, et Tretheway (1984) qui ont fait cette distinction dans l'industrie du transport aérien.

Chapitre 1
Structure des coûts d'alimentation en eau potable

$$(EDP_{CT}) = \left[\sum_{y_j} \frac{\partial \ln CV(w_v, y; K, Z)}{\partial \ln y_j} \right]^{-1} \quad (1.10)$$

Les rendements de densité de production sont dits croissants (économies de densité), constants (absence d'économies de densité) et décroissants (déséconomies de densité) lorsque (EDP_{CT}) est respectivement supérieure à l'unité, égale à l'unité et inférieure à l'unité.

Sur une période plus longue, il peut être nécessaire d'ajuster la capacité de production. En revanche, nous ferons l'hypothèse que les variations de quantité d'eau demandée ne sont pas suffisamment importantes pour envisager de modifier la capacité des réservoirs¹⁰. Si nous désignons par *Prod* la capacité de production, une des composantes de la variable capital *K*, alors l'élasticité de densité de production en termes de coûts variables peut être définie comme suit :

$$EDP = \left[1 - \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Prod} \right] \left[\sum_{y_j} \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln y_j} \right]^{-1} \quad (1.11)$$

Lorsque l'élasticité de densité de production (EDP) est supérieure à l'unité, égale à l'unité ou inférieure à l'unité, les rendements de densité de production sont respectivement croissants, constants ou décroissants. Nous rappelons à nouveau qu'une telle définition peut être qualifiée de long terme seulement si la technologie est homothétique¹¹ ou bien si le stock de capital est optimal.

¹⁰ La seconde fonction du réservoir autre que la mise en pression du réseau est la régulation de la production. Ainsi, si la demande augmente, l'eau des réservoirs peut être utilisée pour satisfaire les usagers.

¹¹ Une technologie est homothétique si les ratios des facteurs sont constants et indépendants du niveau de production et des facteurs fixes. En d'autres termes, si les paniers d'inputs x et x' produisent le même niveau de produit alors les paniers tx et tx' produisent également le même niveau d'output, voir Salvenes et Tjotta (1994).

Economies de densité d'utilisateurs (EDU)

On dit que une entreprise exploite les économies de densité d'utilisateurs, lorsque à taille de réseau inchangée, celle-ci accroît son efficacité en augmentant sa production pour satisfaire la demande de nouveaux utilisateurs. En supposant que la quantité demandée par utilisateur est constante. Nous supposons qu'à court terme le branchement de nouveaux utilisateurs ne se fait pas brutalement et donc que le réseau est bien dimensionné pour répondre à cet accroissement de la demande. En prenant en compte le nombre d'abonnés (*Abon*) au service, une composante du vecteur des variables techniques *Z*, l'élasticité de densité d'utilisateurs multi-produits de court terme s'écrit :

$$EDU_{CT} = \left[\sum_{y_j} \frac{\partial \ln CV(w_v, y; K, Z)}{\partial \ln y_j} + \frac{\partial \ln CV(w_v, y; K, Z)}{\partial \ln Abon} \right]^{-1} \quad (1.12)$$

Les rendements de densité d'utilisateurs sont dits croissants (économies de densité), constants (absence d'économies de densité) et décroissants (déséconomies de densité) lorsque EDU_{CT} est respectivement supérieure à l'unité, égale à l'unité et inférieure à l'unité.

Toutefois, l'une des caractéristiques essentielles des réseaux d'eau étant la pression mise en jeu pour faire circuler l'eau, l'entreprise de distribution d'eau potable doit prendre en compte la configuration actuelle du réseau pour connecter de nouveaux utilisateurs. S'il ne se pose pas problèmes majeurs pour raccorder un nombre relativement faible. Il en va autrement lorsqu'il s'agit d'accueillir un important groupe de nouveaux utilisateurs. C'est-à-dire, quand il s'agit d'un raccordement d'un lotissement par exemple, la connexion au réseau existant peut nécessiter des travaux d'aménagement comme l'ajout de surpresseurs entraînant des coûts supplémentaires si le service n'a pas prévu de telles modifications.

S'il suffit d'augmenter la pression, le risque est que les vieilles canalisations ne puissent supporter cette nouvelle contrainte et que le nombre de fuite augmente, diminuant ainsi la performance d'ensemble du réseau. L'ajustement de la capacité de production et de la capacité des réservoirs devient alors indispensable. Si nous désignons par *Stoc* la capacité de

Chapitre 1
Structure des coûts d'alimentation en eau potable

stockage, une des composantes du vecteur K , l'élasticité de densité d'utilisateurs (EDU) en termes de coûts variables est :

$$EDU = \frac{1 - \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Prod} - \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Stoc}}{\sum_{y_j} \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln y_j} + \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Abon}} \quad (1.13)$$

Lorsque, EDU est supérieur, égal ou inférieur à 1, les rendements de densité d'utilisateurs sont respectivement croissants, constants ou décroissants. Ici encore, comme pour EDP , EDU est l'élasticité de densité d'utilisateurs de long terme si la technologie est homothétique ou bien si le stock de capital est optimal.

Economies d'échelle (SCE)

La mesure des économies d'échelle décrit le comportement des coûts variables moyens lorsque la production varie avec la taille du réseau et le nombre d'abonnés, mais la quantité demandée par usager et la densité d'utilisateurs restent inchangées.

Dans le cas de notre étude, les économies d'échelle sont plus exactement les économies de longueur de réseau. Ainsi, un accroissement de la production accompagné d'un accroissement du nombre d'abonnés ($Abon$) et la densité de la population desservie ($Densit$) adhérant au même service impliquant une diminution des coûts variables moyens indique la présence d'économie d'échelle. Notons que pour définir la mesure des élasticités d'échelle, il serait sans grand intérêt de regarder le cas où le capital n'est pas modifié car la densité du réseau d'eau potable va de soi avec le cumul des capacités d'infrastructure et donc des variations de stock de capital, il ne s'agit pas de construire de nouvelles infrastructures mais bien la mise en commun d'un capital installé. En désignant par $Densit$ et $Long$ la densité de population desservie et la longueur du réseau d'eau potable, on peut calculer l'élasticité d'échelle multi-produit :

Chapitre 1
Structure des coûts d'alimentation en eau potable

$$SCE = \frac{1 - \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Prod} - \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Stoc} - \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Long}}{\sum_{y_j} \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln y_j} + \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Abon} + \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Densit}} \quad (1.14)$$

Les rendements d'échelle sont dits croissants (économies d'échelle), constant (absence d'économies d'échelle) et décroissants (déséconomies d'échelle) lorsque SCE est respectivement supérieure à l'unité, égale à l'unité et inférieure à l'unité.

Economie d'envergure (S_c)

Il y a des économies d'envergure si la même entreprise peut produire plusieurs produits à un coût plus faible que ne le feraient des firmes spécialisées dans la production de chaque produit :

$$CV(w, y; K, Z) < CV(w, y_1, 0, \dots, 0; K, Z) + \dots + CV(w, 0, \dots, 0, y_n; K, Z) \quad (1.15)$$

Une mesure naturelle du degré d'économie d'envergure est alors donnée par l'expression suivante :

$$S_c = \frac{CV(w, y_1, 0, \dots, 0; K, Z) + \dots + CV(w, 0, \dots, 0, y_n; K, Z) - CV(w, y; K, Z)}{CV(w, y; K, Z)} \quad (1.16)$$

Si $S_c > 0$, alors il y a présence des économies d'envergure. Ces dernières sont par ailleurs une condition nécessaire de la sous-additivité des coûts de production, elle-même une condition nécessaire et suffisante de l'existence du monopole naturel.

La première idée est d'appliquer la notion d'économies d'envergure à notre problème. Il existe des économies d'envergure si le service produit le bien distribué et un volume d'eau perdu à un coût plus faible qu'il ne le ferait s'il cherchait à supprimer les pertes :

$$CV(w, y; K, Z) < CV(w, y_d, 0, \dots; K, Z) + CV(w, 0, \dots, 0, y_p; K, Z).$$

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

Cependant, cette définition est difficilement interprétable¹², en particulier en ce qui concerne la pertinence de considérer un service perdant la totalité du volume mis en distribution.

Le concept de complémentarités de coût faible (Panzar (1989)) nous permet en revanche de précieuses informations sur l'intérêt de produire les deux biens conjointement. Si :

$$\frac{\partial^2 CV(w, y; K, Z)}{\partial y_d \partial y_p} \leq 0$$

Alors, il existe des complémentarités de coût entre les produits.

Les pertes d'eau en réseau

L'idée développée ici est que l'exploitant du service peut trouver plus avantageux de ne pas minimiser ses pertes en réseau, en particulier en ne réparant pas toutes ses fuites, et de préférer la production jointe des deux biens (eau distribuée et eau perdue). Si l'exploitant décide de ne pas réparer les fuites à cause des coûts très élevés, il ne fera pas d'économies sur la production d'eau. Toutefois, il peut préférer cette deuxième solution parce qu'accroître sa production d'eau est moins coûteuse.

Si la question est de satisfaire un accroissement de la demande des usagers, la solution adoptée peut être de produire plus d'eau au lieu de réparer les fuites en réseau. Comme nous avons expliqué plus haut, pour un réseau donné, la vraisemblance de fuites n'augmentera pas avec le volume d'eau potable fourni si la demande augmente. En d'autres termes, parce que les réparations de fuites sont très intensives en travail alors qu'accroître la production augmente essentiellement les coûts d'énergie, la production jointe des deux volumes d'eau sera préférée si le coût marginal du travail est supérieur au coût marginal de l'électricité.

En conclusion, parce que la production des deux biens est avantageuse en termes de coûts, les services d'eau ne produiront pas d'eau destinée aux usagers finals sans "produire" un volume d'eau automatiquement perdu sous la forme de fuites.

¹² Cette définition est d'autant plus difficile à appliquer qu'une forme fonctionnelle des coûts en logarithme rendrait son utilisation impossible ($\ln(0)$ est indéfini).

1.5 Conclusion

Le secteur de l'eau est une industrie en réseau qui lui confère une infrastructure particulière reposant sur les interconnexions de ses canalisations. C'est un domaine dans lequel la situation de monopole naturel peut difficilement être remise en cause en raison de sa structure technologique et de coûts spécifique très élevés. Contrairement à d'autres secteurs comme la vente des véhicules, les services d'assurances qui peuvent être considérés comme des marchés « toile d'araignée » mais possédant des caractéristiques différentes. L'étude économiques des réseaux peut dans un premier temps apparaître vague, tant les méthodes traditionnelles semblent inadaptées aux spécificités de ces industries. Cependant, certaines caractéristiques des réseaux ont été analysées par les économistes. L'étude des coûts et le calcul des différentes mesures de rendements : telles que, la densité de production et la densité d'utilisateurs, l'économie d'échelle et d'envergure font partie de ces sujets qui sont aujourd'hui classiquement traités dans les travaux micro-économiques sur la production.

Ainsi, les auteurs de la nouvelle économie des ressources plaident en faveur de mécanismes décentralisés où le marché remplit les fonctions d'allocation des ressources rares entre les différents usagers, tout en permettant d'accroître la liberté des individus¹³. Elle est certes disponible en quantité rassurante en Algérie mais pas de façon illimitée. En outre, les problèmes de sécheresse et de pollution des nappes sont présents de façon récurrente dans les différentes régions de pays montrent la nécessité de ne pas occulter la nature du bien. De plus, la modélisation de production par la définition d'un bien désiré et distribué aux différents usagers et d'un bien non désirable et perdu pour la consommation va dans ce sens. Par ailleurs, Les dirigeants de secteur doivent donc veiller à ce que l'eau produite soit de bonne qualité.

Dans la démarche de ce chapitre, nous avons décrit la technologie de production et de mise à disposition de l'eau potable. Nous avons en particulier insisté sur la complexité du processus de transformation du point de prélèvement de l'eau brute jusqu'au robinet de l'utilisateur. Cette complexité est liée à la mise en œuvre de fonctions différentes et à l'exploitation d'infrastructures spécifiques.

¹³ Vertigo – La revue électronique en sciences de l'environnement, Vol 5, N° 2, Septembre 2004 « La nouvelle économie des ressources et les marchés de l'eau ».

Chapitre 1

Structure des coûts d'alimentation en eau potable

Dans cette étude, nous avons modélisé les décisions des exploitants en charges des services d'alimentation en eau potable. À l'instar de l'école néoclassique, nous utilisons la théorie de la dualité stipulant que le processus de production peut être indifféremment représenté par sa fonction de production ou sa fonction de coût. Nous considérons plus précisément que l'entreprise minimise ses dépenses d'exploitation étant donné son environnement technologique.

Le problème de la qualité de l'eau est modélisé explicitement de notre modèle de coût, par l'utilisation des produits chimiques "produits de traitement". Les dirigeants du secteur trouvent l'honneur que la qualité de l'eau soit finalement considérée dans notre analyse des coûts. Néanmoins, l'exploitant que nous en faisons ne nous permet pas d'isoler l'effet de la qualité de l'eau sur les coûts.

Nous n'avons pas parlé non plus de la manière d'étudier l'impact d'une différence de gestion sur les coûts d'exploitation et la qualité des services rendu. Une façon simple de faire serait d'introduire une variable captant le choix de gestion de la collectivité. Cependant, une analyse basée sur la seule étude des coûts biaiserait nos résultats tant ce choix apparaît dépendant d'une multitude de paramètres¹⁴. Une façon simple de traiter est de tester l'hypothèse d'effet significatif du type de gestion en place sur les coûts serait d'analyser les rentes des exploitants c'est-à-dire les différences prix-coût marginal.

L'objet du prochain chapitre est d'analyser la structure des coûts d'alimentation en eau potable à partir de données algériennes. Plus concrètement, il s'agira d'estimer une fonction de coût de production d'eau pour évaluer, d'une part, le coût marginal de production et d'autre part les différentes mesures de rendements (élasticités, économies d'échelle, économies d'envergure etc.) afin d'apporter des indications utiles sur la performance des réseaux de production et de distribution d'eau potable.

¹⁴ Thomas et al. (2000).

2.1 Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'analyser la structure des coûts d'alimentation en eau potable à partir de données algériennes sur les services d'eau municipaux. Plus concrètement, il s'agira d'estimer une fonction de coût de production d'eau en Algérie, afin d'évaluer les performances de ce secteur. La fonction de coût synthétisant l'information relative aux choix technologiques à la disposition des entreprises, sa structure peut fournir de nombreux renseignements quant à la nature de la technologie de la firme. Les performances des services de production et de distribution d'eau sont généralement appréhendées par le coût marginal de production mais d'autres mesures relatives aux investissements spécifiques des services sont également utiles (élasticités, économies d'échelle, économies d'envergure etc.), afin d'apporter des indications sur l'état des réseaux de production, et de distribution d'eau potable.

Une telle analyse empirique permet, de plus, de mieux appréhender la technologie de production et de distribution, dans un secteur caractérisé par des investissements spécifiques significatifs, et des fuites en réseau importantes¹. À ce stade de l'analyse, l'étude complète de la structure des coûts de production de l'eau potable est une étape essentielle, pour des agences de régulation qui désirent mettre en place des mécanismes de gestion de la demande en adéquation avec les performances des services existants. En particulier, le mode de tarification de l'eau potable et les modalités de sa distribution ont des impacts directs sur la structure et le niveau de la consommation, tout en étant en principe directement déterminés par l'équilibre financier des services de production et de distribution de l'eau potable.

Dans ce chapitre, nous choisissons une forme fonctionnelle qui impose un minimum de contraintes à la fonction de coût variable, inconnue a priori. **Le Lemme de Shephard** permet d'obtenir, à partir de la fonction de coût ainsi spécifiée, les fonctions de demande conditionnelles en facteurs de production. Ce qui apportent une information supplémentaire et procurent in fine un système d'équation à estimer.

¹ Albans Thomas, Diakité Daouda, 2005, Lerna -Inra, Université de Toulouse 1.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Nous disposons d'un échantillon de 91 communes de l'Algérie, $N=91$, observés sur plusieurs années (16 trimestres). Grâce à la définition d'un effet spécifique individuel et d'un terme d'erreur caractérisant simultanément les dimensions individuelles et temporelles, nous internalisons la double information apportée par des données en panel. Il s'agit alors de traiter par une méthode d'estimation adéquate cette modélisation en utilisant toute l'information dont nous disposons. Pour l'estimation du modèle de coût, nous nous basons essentiellement sur deux éléments, les données collectées et les méthodes économétriques appropriées.

L'étude empirique concerne un échantillon de services d'eau sous la gestion de l'ADE. Il ne s'agit pas, bien entendu, de prétendre que notre échantillon est représentatif des unités de distribution d'eau en Algérie, mais plutôt de montrer que le cadre économique défini, et les méthodes économétriques utilisées sont bien adaptés à l'analyse empirique.

Dans la section 2 de ce chapitre, nous décrivons comment l'adéquation des ressources en eau aux besoins de l'économie et de la société demeure encore introuvable. La section 3 nous schématisons la forme fonctionnelle translog de la fonction de coût variable, ses propriétés et ses attributs. La section 4 présente en détail les données utilisées pour l'analyse empirique, provenant de documents comptables et techniques de l'entreprise nationale ADE, et portant sur la période allant de 2004-2007. Ces données permettent en particulier d'évaluer les élasticités de substitution entre les facteurs de production, les rendements de réseau ainsi que des coûts marginaux et de ses élasticités. La section 5 présente les résultats d'estimation de la technologie de production et de distribution. La dernière section conclut ce chapitre et cette première partie en rappelant les principaux résultats obtenus.

2.2 Adéquation avec les coûts et l'analyse théorique

Si l'adéquation des ressources en eau aux besoins de l'économie et de la société reste encore introuvable, ce n'est certes pas par manque d'attention des dirigeants du pays à la question hydraulique. Une étude de la Banque Mondiale estime qu'il y a "rareté" avec moins de 1000 m^3 par habitant et problématique dès lors que ce seuil tombe en dessous de 1700 m^3 par personne, qui actuellement la norme. C'est tenant compte de ces paramètres que les autorités politiques du pays se sont attelées au problème dont le premier responsable du secteur qui est chargé de trouver les solutions appropriées. De ce fait, c'est lors des quinze dernières années qu'il y a réellement prise de conscience des problèmes de l'eau.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

C'est aussi à cette époque qu'une nouvelle politique de l'eau commençait à prendre forme sous l'impulsion du ministère des ressources en eau. Cette prise de conscience s'est accompagnée du postulat que l'eau est un bien économique et qu'elle est "rare" et "vulnérable", que sa gestion doit être assurée de façon intégrée. Depuis 1993, ils ont accordé une importance de premier ordre, destinant en priorité à la construction ou la remise en état des barrages. De ce fait, la disponibilité de la ressource s'est améliorée ces dernières années, suite à cette perspective de maîtrise de la gestion de l'eau. Des avancées appréciables sont constatées notamment par les investissements réalisés, il existe actuellement 59 barrages, sans parler de ceux qui sont en cours, et des stations du dessalement de l'eau de mer. Mais la bataille de l'eau est loin d'être gagnée même si les capacités de stockage se sont nettement améliorées. Ce véritable plan national de l'eau devrait à long terme permettre à l'Algérie de rétablir, un tout soit peu, l'équilibre et lui donner de faire face à ses nombreux engagements pour le développement.

2.3 Le modèle économétrique

Nous considérons dans un premier temps une forme paramétrique Cobb-Douglas pour estimer la fonction de coût variable dépendant des quantités de biens produits (y) et des prix des facteurs de production (w) :

$$C V = \theta \prod_{i=L, E, M} w_i^{\alpha_i} \prod_{j=d, p} y_j^{\alpha_j}, \quad (2.1)$$

avec $\theta > 0$, α_i et α_j des paramètres inconnus, où i indice les facteurs de production et j les produits de la technologie. Cette spécification standard n'incorpore pas les variables de capital et les variables techniques vues plus haut, notées K et Z respectivement. Pour les inclure, nous allons exprimer les paramètres en fonction de ces variables :

$$C V = \theta \prod_i w_i^{\alpha_i(K,Z)} \prod_j y_j^{\alpha_j(K,Z)} \prod_u K_u^{\alpha_u(K,Z)} \prod_r Z_r^{\alpha_r(K,Z)}.$$

Ainsi, l'hétérogénéité dans le processus de production due à des physionomies de réseau et des caractéristiques techniques différentes sont prises en compte en conditionnant les paramètres originaux de la fonction de coût Cobb-Douglas.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Pour chaque vecteur y, w, K ou Z , les paramètres sont spécifiés selon l'expression suivante :

$$\alpha_l(K, Z) = \alpha_{l_0} + \sum_u \alpha_{lu} l_n K_u + \sum_r \alpha_{lr} l_n Z_r \quad (l = i, j, u, r),$$

où u et r sont respectivement les indices pour les composantes du stock de capital K et des variables techniques Z .

La spécification Cobb-Douglas étant une représentation contraignante de la technologie², nous généralisons l'équation (2.1) à la fonction de coût translog par l'inclusion de termes croisés et quadratiques (Christensen, Jorgensen, et Lau (1973)).

Il existe différentes formes fonctionnelles pour estimer les fonctions de coûts et elles peuvent être regroupées en deux catégories : les formes fonctionnelles paramétriques simples telles que la fonction Cobb-Douglas, les formes fonctionnelles flexibles telles que les fonctions Leontief généralisée, McFadden Généralisée, Barnett Généralisée et Translog. De nos jours, les formes fonctionnelles flexibles sont les plus utilisées dans la littérature et en particulier la fonction de coût Translog introduite par Christensen, Jorgensen et Lau (1973). En effet, nonobstant ses limites³, elle a l'avantage d'imposer peu de restrictions a priori sur les caractéristiques de la technologie de production et de satisfaire l'hypothèse d'homogénéité en prix à travers un ensemble de restrictions linéaires sur les paramètres. Elle est en outre bien adaptée au cas multi-produits, et les équations de parts de coûts dérivées sont linéaires dans les paramètres et peuvent être estimées conjointement à la fonction de coût. Nous retenons donc cette fonction pour notre étude. L'expression de base de la forme fonctionnelle Translog appliquée au coût variable est une approximation locale au second degré qui s'écrit comme un développement limité fonction du vecteur des prix des inputs w et des niveaux des outputs y . Il est souvent utile de pouvoir appréhender l'incidence des choix d'investissement technique sur le coût variable (fonction de coût de long terme) et le rôle de variables captant partiellement l'hétérogénéité des services. Pour ce faire, nous pouvons conditionner les paramètres de la forme Translog par le niveau des variables de capital et les variables techniques, avec une hypothèse de linéarité. Il est aisé de montrer que la fonction de coût Translog généralisée contient alors les interactions de ces dernières variables avec les

² Arrow, Chenery, Minhas, et Solow (1961) remettent en question la forme Cobb-Douglas, en particulier à cause de l'impossibilité d'étudier la substituabilité des facteurs de production.

³ La plupart des travaux empiriques sur les coûts relèvent que la fonction Translog ne satisfait pas aux conditions de concavité globale d'une part, et qu'elle reste indéfinie pour un niveau de production nul d'autre part.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

variables déterminant le coût variable d'origine (prix des inputs et niveaux des output). Soit $h, h=1,2,\dots,H$ l'indice du service d'eau d'une commune donnée et $t, t=1,2,\dots,T$ celui de la période. Nous supposons que la technologie est caractérisée par N inputs, M outputs, R variables de capital et S variables techniques. La fonction de coût variable complète s'écrit :

$$\begin{aligned}
 \ln(CV_{ht}) = & A_0 + \sum_{i=1}^N A_i \ln w_{iht} + \sum_{j=1}^M B_j \ln y_{jht} + \sum_{r=1}^R C_r \ln k_{rht} + \sum_{s=1}^S D_s \ln z_{sht} \\
 & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^N A_{iq} \ln w_{iht} \ln w_{qht} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^M B_{jk} \ln y_{jht} \ln y_{kht} \\
 & + \frac{1}{2} \sum_{u=1}^R \sum_{v=1}^R C_{uv} \ln k_{uht} \ln k_{vht} + \frac{1}{2} \sum_{r=1}^S \sum_{s=1}^S D_{rs} \ln z_{rht} \ln z_{sht} \quad (2.2) \\
 & + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M E_{ij} \ln w_{iht} \ln y_{jht} + \sum_{i=1}^N \sum_{u=1}^R E_{iu} \ln w_{iht} \ln k_{uht} + \sum_{i=1}^N \sum_{r=1}^S E_{ir} \ln w_{iht} \ln z_{rht} \\
 & + \sum_{j=1}^M \sum_{u=1}^R F_{ju} \ln y_{jht} \ln k_{uht} + \sum_{j=1}^M \sum_{r=1}^S F_{jr} \ln y_{jht} \ln z_{rht} + \sum_{u=1}^R \sum_{r=1}^S G_{ur} \ln k_{uht} \ln z_{rht} + \delta t + \gamma t^2.
 \end{aligned}$$

Notons que cette fonction inclut également un terme de tendance (*trend*) quadratique capturant les chocs temporels affectant simultanément l'ensemble des services d'AEP.

Où $h = 1, \dots, H$ représente le service d'eau d'une commune donnée et $t = 1, \dots, T$ la période étudiée. Les indices j et k correspondent aux produits, i et q aux inputs, u et v aux variables du capital, r et s aux variables techniques.

Les paramètres à estimer sont : $A_0, A_i, B_j, C_u, D_r, A_{iq}, B_{jk}, C_{uv}, D_{rs}, E_{ij}, E_{iu}, E_{ir}, F_{ju}, F_{jr}, G_{ur}$.

La théorie économique de la production impose que la fonction de coût soit deux fois continûment différentiable et homogène de degré 1 par rapport aux prix des inputs. Ces conditions sont aisément imposées à la fonction de coût sous la forme des restrictions paramétriques suivantes :

$$\begin{aligned}
 A_{iq} = A_{qi}, B_{jk} = B_{kj}, C_{uv} = C_{vu}, D_{rs} = D_{sr} \quad \forall i, q = 1, \dots, N; \forall j, k = 1, \dots, M; \\
 \forall u, v = 1, \dots, R; \forall r, s = 1, \dots, R, \quad (\text{symétrie}) \quad (2.3)
 \end{aligned}$$

Le coefficient $\frac{1}{2}$ ne s'applique qu'aux termes élevés au carré.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

La propriété d'homogénéité⁴ de degré 1 par rapport aux prix des inputs est assurée par l'ensemble des restrictions linéaires suivantes sur les coefficients à estimer :

$$\begin{aligned} \sum_i A_i &= 1, \sum_i A_{iq} = 0, \forall q=1, \dots, N; \sum_i E_{ij} = 0, \forall j=1, \dots, M; \sum_i E_{iu} = 0, \forall u=1, \dots, R, \\ \sum_i E_{ir} &= 0, \forall r=1, \dots, S. \quad (\text{homogénéité}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

Une propriété indispensable pour que la fonction (2.2) soit une fonction de coût est la concavité (globale) dans les prix des inputs, avec pour condition nécessaire et suffisante la négativité du Hessien ($A = \{A_{iq}\}_{i,q=1, \dots, N}$) de la fonction de coût (Diewert et Wales, 1987). Cette condition peut être obtenue lors de l'estimation en imposant $A = -LL'$ où L est une matrice semi-définie positive, ou bien vérifiée ex post (après estimation).

Il serait possible d'estimer la fonction de coût seule mais on négligerait alors l'information apportée par les équations de part de coût, ce qui produirait des estimateurs moins efficaces des paramètres de technologie. Si l'on désigne par S_i la part du coût du $i^{\text{ème}}$ facteur de production dans le coût (variable) de production, on obtient par application du **lemme de Shephard** :

$$S_{iht} = \frac{w_i x_{iht}}{CV_{ht}} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln w_{iht}} \quad (2.5)$$

Où x_{iht} est la demande en input i . En appliquant cette relation à la fonction de coût Translog (2.2), on obtient les équations de demande conditionnelle :

Nous obtenons alors très facilement les fonctions de demande conditionnelle en facteurs de production à partir des parts⁵ ainsi définies :

⁴ L'homogénéité peut également être imposée en divisant le coût variable et les prix des facteurs par le prix d'un des facteurs pris arbitrairement.

⁵ Comme $\sum_i S_i = 1$, une des parts de coût est enlevée du système afin d'éviter que la matrice de variance-covariance soit singulière. Le choix de l'équation à enlever n'a aucun impact sur l'estimation des paramètres si l'on utilise le maximum de vraisemblance. Il en a en revanche avec une méthode de régressions empilées.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

$$x_i(y_{ht}, w_{iht}; K_{ht}, Z_{ht}) = S_{iht} \times \frac{CV_{ht}}{w_{iht}} \quad (2.6)$$

Où

$$S_i(y_{ht}, w_{ht}; K_{ht}, Z_{ht}) = A_i + \sum_q A_{iq} \ln w_{qht} + \sum_j E_{ij} \ln y_{jht} + \sum_u E_{iu} \ln K_{iht} \\ + \sum_r E_{ir} \ln Z_{rht} \quad i = M, E, L. \quad (2.7)$$

Il est donc alors préférable d'estimer le système d'équations comprenant l'équation de coût variable et les équations de parts. Sur la base de ces fonctions de demande conditionnelle, différentes caractéristiques d'intérêt peuvent être dérivées, notamment les élasticités propres et croisées des demandes en facteurs, les élasticités de coût par rapport aux produits y_j (respectivement, aux composantes des vecteurs K et Z), ainsi que différentes mesures de rendements définies dans le chapitre précédent.

L'élasticité-prix propre d'un facteur de production mesure la variation proportionnelle de la quantité de ce facteur suite à une variation de 1 % de son prix. Elle s'écrit comme fonction des parts :

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln w_i} = \frac{A_{ii} + S_i(S_i - 1)}{S_i} \quad (2.8)$$

L'élasticité-prix croisée permet de mesurer le degré de substituabilité entre deux facteurs de production. Elle donne la variation proportionnelle de la quantité du premier facteur suite à une variation de 1 % dans le prix du second facteur, le prix des autres inputs restant fixe. En termes de parts, elle s'écrit :

$$\varepsilon_{ii'} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln w_q} = \frac{A_{iq} + S_i S_q}{S_i}, \quad i \neq q \quad (2.9)$$

Les élasticités de substitution d'Allen (σ_{iq}) sont souvent utilisées pour mesurer la substituabilité entre les facteurs de production. Elles donnent le changement d'utilisation du facteur de production i suite à une variation de 1 % dans l'utilisation du facteur q , la production et le prix des autres facteurs demeurant aux mêmes niveaux. Ces élasticités sont intimement liées aux élasticités-prix des demandes de facteurs :

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

$$\sigma_{ii} = \frac{\varepsilon_{ii}}{S_i}, \sigma_{iq} = \frac{\varepsilon_{iq}}{S_q}, \quad i \neq q. \quad (2.10)$$

Ainsi lorsque $\sigma_{iq} > 0$, les facteurs i et q sont substituables. La substituabilité est d'autant meilleure que $\sigma_{iq} = \frac{\varepsilon_{ii}}{S_i}$ est grand en valeur absolue. Une entreprise souhaitant maintenir son niveau de production peut compenser la baisse d'utilisation d'un facteur par un recours plus important au deuxième facteur. Inversement, lorsque $\sigma_{iq} < 0$, les deux facteurs de production sont complémentaires. Dans ce cas, une hausse de la production n'est possible que dans la mesure où les quantités de facteurs augmentent simultanément.

Une autre mesure proposée initialement par Morishima (1967) est **l'élasticité de substitution de Morishima** (δ_{iq})

$$\delta_{iq} = \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{ii}, \quad i \neq q \quad (2.11)$$

Ces mesures sont préférées aux élasticités d'Allen car ces dernières, obtenues en divisant les élasticités-prix croisées par les parts, n'apportent pas plus d'informations que les élasticités croisées (Chambers 1988). Par ailleurs, Blackorby et Russell (1989) montrent que les élasticités de Morishima sont une meilleure mesure de la substituabilité dès lors que l'on dispose de plus de deux facteurs de production.

L'élasticité de coût par rapport à l'output j (respectivement, à la composante u du vecteur K ou r du vecteur Z) fournit la variation proportionnelle de coût qui résulte d'une variation marginale du niveau de production de ce produit (respectivement, du niveau de cette composante). Ces élasticités sont utilisées pour le calcul des rendements précédemment définis, s'expriment comme suit

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln y_i} &= B_j + \sum_k B_{jk} \ln y_k + \sum_i E_{ij} \ln w_i + \sum_u F_{ju} \ln K_u + \sum_r F_{jr} \ln Z_r \\ \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln K_u} &= C_u + \sum_j F_{ju} \ln y_j + \sum_i E_{iu} \ln w_i + \sum_v C_{uv} \ln K_v + \sum_r G_{ur} \ln Z_r \\ \frac{\partial \ln CV(w, y; K, Z)}{\partial \ln Z_r} &= D_r + \sum_j F_{jr} \ln y_j + \sum_i E_{ir} \ln w_i + \sum_u G_{ur} \ln K_u + \sum_s D_{rs} \ln Z_s \end{aligned} \quad (2.12)$$

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

2.4 Application aux services d'eau potable de l'échantillon de l'étude : les données

2.4.1 Les dépenses d'exploitation

Les composantes du coût total de l'eau peuvent être retrouvées à partir d'une comptabilité de détail telle que la comptabilité analytique par exemple dans laquelle le gestionnaire reporte la totalité des dépenses engagées pour l'exploitant de service. Il est alors possible de connaître les différentes étapes du service et leur part relative. On peut alors suivre leur évolution et établir des prévisions.

Tableau 2.1 : les composantes du coût de l'eau

Postes	moyenne	fourchette
Salaire	35%	de 20 à 50%
Electricité	10%	de 0 à 15%
Fourniture et sous-traitance	21%	de 15 à 50%
Frais divers	8%	de 5 à 15%
Frais financiers	16%	de 0 à 20%
Amortissements	10%	de 8 à 25%

Source : Office International de l'Eau (2000), cité par Serge Garcia (2001).

L'OIEAU⁶ (Office international de l'eau) indique que l'examen des dépenses engendrées par la distribution de l'eau potable montre que les éléments de coûts proportionnels au volume (énergie, réactifs...) ne représentent qu'un tiers du coût total de court terme, les deux tiers restants correspondant à des charges difficilement compressibles (salaires, frais financiers, amortissement...). De plus, les coûts fixes se rapportent enfin au frais d'administration, à l'entretien périodique et au remplacement de l'équipement devenu obsolète, coûts fixes puisqu'ils ne varient, ni à la hausse, ni à la baisse des volumes d'eau produits. Par contre, les coûts de la main d'œuvre peuvent soulever des difficultés spécifiques : toutefois, si une partie de ces coûts est liée au volume de distribution ou de traitement, la part la plus considérable n'y est aucunement liée, et concerne les activités d'entretien du réseau et de gestion annexe (relation avec les usagers...). Ces coûts, liés au réseau, sont particulièrement importants, parce que ces infrastructures donnent lieu à des

⁶ Cité par Garcia, 2001, p, 93.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

investissements importants, conçus, fabriqués, puis amortis sur une longue période, et, surtout, irréversible, en ce sens qu'ils ne peuvent être revendus en cas de cessation d'activité, d'autant plus sont moins reconfigurables, c'est-à-dire ne pouvant difficilement être démontés ou affectés à d'autres usages que celui initialement prévu⁷. L'idée de la répartition des dépenses pour l'exploitation de services d'eau potable est donnée dans le tableau 2.1

Ainsi, les coûts variables à court terme étant ceux qui varient en fonction des quantités d'eau distribuée ou traitée à court terme⁸, on y intègrera notamment les coûts de l'énergie nécessaires au pompage, et les coûts des produits chimiques nécessaires au traitement de l'eau brute et des eaux usées. Enfin, certains coûts d'entretien et de réparation dépendent également de la quantité d'eau distribuée ou traitée.

Les dépenses d'exploitations peuvent être réparties en six grands postes principaux : les salaires et les charges de personnel, l'énergie, les fournitures, la sous-traitance, les frais divers et les dépenses relatives aux investissements, garanties de renouvellement, amortissements.

Les salaires et les charges de personnel. Cela concerne aussi bien le personnel technique et le personnel administratif. Malgré que ce dernier n'est pas toujours pris en compte dans le cas des régies, car il s'agit toujours de travail à temps partagé d'employés de mairie. En outre, la rémunération directe du personnel, les dépenses à la charge de l'employeur comprennent les charges sociales et toutes autres dépenses liées au salaire. Le coût du travail trimestriel (incluant les charges salariales) (w_L) exprimé en Dinars/trimestre est obtenu en sommant les parts de coût pour les trois catégories suivantes : cadres, agents d'exécution et agents de maîtrise.

⁷ Baumol, Willig et Panzar (1982) furent les premiers, au début des années quatre-vingt, à envisager l'existence de tels coûts fixes, nommés "irrécupérables" pour caractériser les secteurs de l'économie, et notamment les industries en réseau, et qui justifie leur position de monopole naturel.

⁸ On intègre dès à présent, cette notion d'horizon temporel, qu'on va expliquer par la suite, à la capacité productive de l'entreprise en question.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

L'énergie. Elle est principalement utilisée pour pomper l'eau dans le réseau de distribution mais également dans le processus de traitement. La consommation d'électricité dépend donc du relief de la zone de desserte et du traitement mis en œuvre. Le prix unitaire de l'électricité (w_E) est calculé comme le rapport entre les coûts en électricité et la consommation trimestrielle d'énergie, en Dinars / kWh.

Les fournitures. Ce Poste regroupe l'ensemble des achats nécessaires au bon fonctionnement du service. Ce sont les produits chimiques qui servent à traiter l'eau. Le coût des produits chimiques (w_M) est composé de plusieurs parts de coût regroupant divers produits utilisés (charbon, sulfate d'alumine, chlore et chaux, etc.). Concerne aussi les pièces de rechange et lubrifiants : il s'agit des éléments utilisés lors des opérations d'entretien des équipements électromécaniques et des réseaux. La consommation de ces composants dépend de l'état du parc de machines tournantes et des canalisations, soit d'une part, du programme existant de renouvellement des installations, et d'autre part, du programme de maintenance suivi.

Il est inclus aussi dans cette catégorie l'achat des véhicules, les frais généraux comprenant les fournitures de bureau, les frais d'affranchissement et les coûts de télécommunication. Ces derniers ne sont pas négligeables, en particulier lorsque le réseau est sous télégestion⁹. De plus, le coût de la communication avec les consommateurs prend de plus en plus de poids dans le budget du service pour répondre à un besoin d'informations de plus en plus sensible.

La sous-traitance. Il peut s'agir de sous-traitance pour la facturation et les encaissements, de sous-traitance pour des opérations nécessitant un matériel et/ou un savoir faire spécifiques : recherche de fuites, cartographie informatisée du réseau, simulation de fonctionnement, suivi de la maintenance de certaines machines tournantes. Le coût de contrôle de la qualité de l'eau distribuée par l'ADE (choix des sites et de la fréquence des prélèvements) est supporté par le service d'AEP. Sont comptabilisés également les frais de siège engendrés par le fonctionnement administratif du service (gestion du personnel, gestion financière, comptabilité...), l'utilisation de locaux spécifiques au service, les frais de recherche, etc.

⁹ La télégestion permet de recueillir et de retransmettre à distance des informations fournies par des capteurs, ou détecteurs. Ces informations peuvent concerner les niveaux de la qualité de l'eau, l'état des équipements, etc.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Les frais divers. Ils regroupent les provisions diverses pour de grosse réparations, participation de la section de fonctionnement à l'investissement (autofinancement), imprévus, etc. Il peut s'agir aussi du bénéfice des propriétaires et concessionnaires en cas de délégation. Les taxes et impôts divers dus par l'exploitant sont également inclus dans cette catégorie.

Les charges relatives aux investissements, garanties de renouvellement, amortissements¹⁰. Pour les investissements, les modalités de calcul prennent en compte la perte de valeur économique du bien en Dinars courants, augmentée du coût de financement. En ce qui concerne le renouvellement, le montant retenu correspond au rapport de la valeur de remplacement de chaque installation sur sa durée de vie. Cette provision est destinée à garantir le maintien du potentiel des installations. Dans le cadre d'une régie, l'amortissement représente le coût d'usage des immobilisations et constitue l'autofinancement minimum exigé pour assurer la couverture du remboursement de ses emprunts en capital.

2.4.2 Les données

Notre base de données est composée de 1456 observations concernant 91 communes dont le service d'AEP est géré par l'Algérienne des Eaux (ADE), sur la période suivante : du premier trimestre 2004 jusqu'au quatrième trimestre 2007 (16 trimestres). Six wilayas algériennes sont concernées : Alger, Bejaia, Constantine, Oran, Ouargla et Sétif. Les données ne sont pas individuelles mais concernent les communes desservies en eau potable.

Les données sont principalement issues des rapports réalisés par les différentes agences de l'eau (ADE) au niveau de chaque wilaya de l'étude à partir des bilans techniques et financiers établis trimestriellement par les gestionnaires de services de production et de distribution de l'eau. Ces bilans contiennent des informations sur les différentes dépenses en facteurs de production en produits chimiques, des renseignements techniques sur le réseau, ainsi que sur les volumes d'eau produits et distribués. Nous pouvons trouver également dans ces rapports les consommations d'électricité en Kilowatt et en valeur, la masse salariale pour les différentes catégories de personnels (cadres, agents de maîtrise et d'exécution) et les effectifs correspondants. Nous avons construit notre échantillon directement auprès des unités de gestion de services d'eau potable à travers plusieurs services. De plus, le service

¹⁰ Garcia, 2001, P. 95.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

commercial et le service d'exploitation nous ont permis de consulter leurs documents comptables et techniques.

Le volume d'eau potable distribué (V_D) est obtenu comme le volume d'eau distribué aux abonnés domestiques par les conduites de distribution et les conduites de branchement. Le volume d'eau perdu (V_P) est calculé comme la différence entre le volume produit et le volume mis en distribution pour les usagers. Toutes ces quantités d'eau sont exprimées en m^3 par trimestre. Le taux de rendement (r) est calculé comme le rapport entre le volume distribué aux usagers et le volume mis en production. Il est intéressant de rappeler ici que les volumes produits, distribués et vendus diffèrent, et parfois dans des proportions importantes, selon l'état et le type du réseau (adduction ou distribution). Le taux moyen des pertes (physiques et commerciales) est estimé à 40%¹¹.

Nous calculons les coûts variables (CV) autrement dit, les coûts d'exploitation du service comme la somme des dépenses en travail (L), en électricité (E) et en matériel et autres dépenses (M). Les coûts fixes (CF) sont les dépenses liées aux investissements prenant en compte la valeur économique augmentée du coût de financement. Ils englobent également les dépenses en renouvellement, c'est-à-dire la valeur de remplacement de chaque installation sur sa durée de vie, les taxes sur l'eau et l'assainissement. Toutes ces dépenses sont en Dinars et pour un trimestre.

Le prix du travail trimestriel (salaire, masse salariale, charges et autres dépenses) (w_L) exprimé en Dinars/trimestre est obtenu en sommant les parts de coût pour les trois catégories suivantes : Cadres, Exécutions et Maîtrises. Le prix d'électricité (w_E) est défini comme le rapport entre les coûts en électricité et la consommation trimestrielle d'énergie ce qui donne comme unité des Dinars / kWh. Le prix des produits chimiques (w_M) est composé de plusieurs parts de coût regroupement des produits utilisés : Calcium, Sodium, Sulfate, Polymère, charbon et chlore de chaux.

¹¹ Khelladi (2008)

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Concernant les variables techniques capturant l'hétérogénéité des réseaux, nous considérons le nombre d'abonnés domestiques desservis (*Abon*), la densité de population (*Densit*), la fréquence et les plages horaires de distribution (*Jours* et *Heures*). Ces deux dernières variables sont exprimées en jours par semaine et en heures par jour respectivement, et permettent de caractériser la qualité du service de distribution d'AEP. L'on s'intéresse ici aux fréquences hebdomadaires et plages horaires de distribution, à travers les différentes communes de l'échantillon, qui seront notamment utilisées comme variables explicatives dans la fonction du coût. Ces fréquences de distribution d'AEP ont été observées pour chaque commune de l'échantillon, et se répartissent de façon hétérogène entre les 91 communes de l'échantillon, avec des variations temporelles parfois non négligeables. Ces dernières sont alimentées à des niveaux différents selon la disponibilité de la ressource, et l'état du réseau de distribution, avec des plages horaires et fréquences hebdomadaires telles que : 24 h/24, 8h/jour, quotidien, 1 jour/2, 1 jour/3, 7 jours/7, etc. L'objectif des responsables du secteur de l'AEP est de parvenir à un service permanent (7 jours/7, 24 heures/24) se heurte dans la pratique à la disponibilité de la ressource, mais également à des considérations de coût de distribution que notre analyse cherche à identifier. Les fréquences de distribution d'AEP seront par conséquent introduites comme variables explicatives dans la fonction de coût d'AEP, afin d'évaluer leur influence, en particulier sur les coûts marginaux de distribution d'eau.

Les variables représentant le capital sont : la longueur du réseau de distribution ($Long_1$), et celle du réseau d'adduction ($Long_2$) sont exprimées en kilomètres, la capacité de production (*Prod*) en m^3 /heure, la capacité de stockage (*Stoc*) en m^3 et la capacité de pompage (*Pomp*) en m^3 /heure. Des variables utiles à mobiliser pour une comparaison avec les coûts marginaux estimés sont également calculées, même si elles n'interviennent pas dans le système de la fonction de coût et des parts de coût. Nous construisons les variables concernant les prix unitaires ou moyens de l'eau distribuée (*Pr ix*), les prix marginaux, c'est-à-dire avant les taxes (P_m) et la consommation moyenne (*Cons _ moy*) à partir des données de facturation (obtenus des services commerciaux). Le prix moyen (PM) exprimé en DA/m^3 est obtenu en divisant le total des factures de la catégorie « consommation résidentielle » (ménages), calculé en sommant la valeur des quatre tranches qu'elle contient, par le total des volumes facturés de la même période. Pour le prix marginal (P_m) la procédure est la même

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

mais en ne tenant pas compte des taxes forfaitaires suivantes : (RFA_EAU) et (RFA_ASS) (resp. redevance fixe eau et redevance fixe assainissement). La consommation moyenne $(Cons_moy)$ exprimée en m^3 /ménage, est définie comme le rapport entre le volume de la catégorie « ménages » et le nombre d'abonnés de cette catégorie.

Le tableau 2.2 présente les statistiques descriptives des variables de notre échantillon. En raison d'observations manquantes pour certaines communes à certaines dates, le nombre total d'observations utilisables dans les estimations est de 878.

Tableau 2.2 : Statistiques descriptives sur l'échantillon

Variable	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
$\log CV$	14.9023	1.3236	9.0866360	17.9386
w_L	0.6434	0.2956	0	1.0000
w_E	0.2717	0.2561	0	1.0000
w_M	0.0847	0.1081	0	1.0000
$\log V_D$	12.7845	1.1956	8.9191	16.0484
$\log V_P$	11.0719	1.6225	4.6249	14.7516
$\log p_L$	1.9663	0.3457	0.6822	2.4531
$\log p_E$	1.1812	0.2885	0.3336	2.7703
$\log p_M$	-1.8959	1.3428	-4.9125	1.0525
$\log Long1$	10.6041	1.6045	0	13.4127
$\log long2$	8.7730	1.8979	0	11.7829
$\log Prod$	7.5519	2.2371	0	11.7007
$\log Stoc$	7.5256	2.2321	0	12.2681
$\log Pomp$	3.6706	4.2681	0	10.7567
$\log Densit$	-0.5168	0.7419	-2.5262	1.1625
$\log Jours$	1.6297	0.4169	0.5007	2.7080
$\log Heures$	2.3049	0.6437	-0.4155	3.1780
$\log Abon$	6.6724	3.6077	0	11.3923

Notes. 878 observations. Les indices L, E, M, D et P dénotent respectivement le travail, l'énergie et les produits chimiques (inputs), les volumes distribués et perdus (outputs).

2.5 Les résultats d'estimation

2.5.1 L'estimation des paramètres du modèle du coût

Comme indiqué ci-dessus, la forme Translog généralisée considérée en incorporant des variables de capital techniques et des variables d'environnement (variables techniques) revient à supposer que les paramètres de la fonction de coût variable sont conditionnés par ces dernières. Ainsi, l'hétérogénéité observable dans le processus de production due à des caractéristiques techniques du réseau différentes est directement prise en compte. Quant à l'hétérogénéité individuelle inobservable, elle est supposée intervenir de façon linéaire dans le modèle comme une série d'effets individuels propres à chaque service d'AEP (un pour chaque équation, à savoir le logarithme du coût variable et les parts de coût).

Le système d'équations à estimer est composé de la fonction de coût variable CV et de parts de coût des N inputs (équations (2.2) et (2.7)), soit de façon compacte :

$$Y_{ht} = X_{ht}\beta + \alpha_h + u_{ht}, \quad h = 1, \dots, H ; t = 1, \dots, T, \quad (2.13)$$

Où

$$Y_{ht} = (\ln CV_{ht}, w_{1ht}, \dots, w_{Nht})', \quad X_{ht} = (y_{1ht}, \dots, y_{Mht}, w_{1ht}, \dots, w_{Nht}, k_{1ht}, \dots, k_{Rht}, z_{1ht}, \dots, z_{Sht})',$$

$\alpha_h = (\alpha_{hCV}, \alpha_{h1}, \dots, \alpha_{hN})'$ et $\varepsilon_{ht} = (\varepsilon_{hCV}, \varepsilon_{h1}, \dots, \varepsilon_{hN})'$ sont respectivement le vecteur des effets individuels et celui des termes d'erreur indépendamment et identiquement distribués.

La procédure SURE (Seemingly Unrelated Equations) est la méthode la plus directe d'estimation de ce système, réalisée en imposant directement les conditions de symétrie et d'homogénéité de degré 1 dans le prix des facteurs. Cette méthode fournit des estimateurs convergents sous l'hypothèse de non corrélation entre les termes aléatoires α et ε d'une part, les variables explicatives d'autre part. Dans le cas des données de panel, il est vraisemblable qu'une corrélation existe entre les effets individuels et ces dernières, en raison de facteurs inobservés spécifiques aux services. Il peut s'agir notamment de variables omises et corrélées avec les variables représentant le capital technique. Afin de tester cette éventuelle corrélation puis d'y remédier le cas échéant, l'on estime le modèle complet par la procédure des effets fixes en système (*SURE - Within*) consistant à centrer les variables du modèle par leur moyenne individuelle dans toutes les équations.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Les estimateurs obtenus ne dépendent plus des composantes permanentes des services et les paramètres associés à des variables constantes dans le temps ne sont alors pas identifiables. L'on compare alors les estimations obtenues avec ceux de la méthode des effets aléatoires (dans ce cas, les effets individuels sont supposés non corrélés avec les variables explicatives). Le test de spécification d'Hausman permet de trancher en faveur de la spécification « effets fixes » si la norme des écarts entre les estimations dépasse le seuil de confiance retenu. La procédure Within-SURE est amplement détaillée dans l'annexe C.

Comme on le verra dans la suite, le problème de la non-identification des paramètres associés aux variables permanentes spécifiques aux réseaux ne se pose pas ici, dans la mesure où les variables de capital technique et les variables techniques du réseau sont en fait variables dans le temps. Notons enfin que, dans le cas des effets fixes, les variables sont automatiquement normalisées par leur moyenne individuelle (s'agissant notamment des variables en logarithme), ce qui assure que le développement limité à l'origine de la forme Translog est bien effectué au voisinage du point $\log(I)=0$.

Le problème que l'on rencontre lors de l'estimation de la fonction de coût est la détermination de la forme fonctionnelle. La théorie économique nous renseigne sur les arguments de la fonction, mais elle ne dit rien au sujet de la forme de la fonction. Pour orienter ce problème, nous pensons approximer la fonction de coût par une expansion en série de Taylor autour d'un point choisi non arbitraire et représenté par la moyenne de l'échantillon. Nombreux sont les économètres appliqués qui ne normalisent pas leurs variables et considèrent donc un point d'approximation égal à zéro ($\ln(1)$), ce qui n'a de sens que lorsque les variables utilisées sont des indices. D'autres auteurs choisissent de diviser directement les variables par leur moyenne dans l'échantillon (voir par exemple, Braeutigam, Daughety, et Turnquist (1982) ou Dionne et Gagné (1996)). Cependant, il est préférable de prendre comme point d'approximation la moyenne de l'échantillon des variables explicatives $\overline{(X)}$ puisque (CV) est bien fonction des variables transformées. Ceci revient alors à retrancher chaque variable par rapport à sa moyenne. Notre spécification étant une approximation autour de ce point de référence, l'estimation à la moyenne donne la bonne approximation de la vraie fonction de coût. Donc, nous parvenons à minimiser les erreurs d'estimation des élasticités lorsque nous calculons à la moyenne des variables de l'échantillon.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Une telle approximation peut s'effectuer à des ordres plus ou moins élevés. Néanmoins, Diewert et Walas (1987) ont montré qu'une approximation d'ordre 2 satisfaisant les exigences de flexibilité au sens de Diewert. Une approximation est flexible au sens Diewert lorsqu'elle contient un nombre suffisant de paramètres libres pour que la valeur de la fonction et les valeurs de ses dérivées premières et secondes puissent être quelconques au point d'approximation.

Comme indiqué plus haut, le modèle de coût Translog est estimé comme un système d'équations simultanées avec le log du coût variable et les parts d'inputs comme variables dépendantes. Les variables explicatives comprennent les volumes distribué et perdu (V_D, V_P), les prix des inputs (énergie, travail et produits chimiques) les variables techniques en $\log(Long_1, Long_2, Pr od, Stoc, Pomp)$, les autres variables propres au réseau (*Densit, Jours, Heures, Abon*), ainsi que les effets croisés entre toutes ces variables. Nous ajoutons enfin à la fonction de coût la tendance temporelle (*Trim*) ainsi que son carré, comme décrit dans l'équation (2.2) ci-dessus. Afin de détecter la présence de corrélation entre les effets individuels communaux et les variables explicatives, nous estimons le modèle par la méthode des effets fixes (SURE-Within), puis par la méthode SURE. L'on sait en effet (Hausman et Taylor, 1981) que le test de spécification d'Hausman rejettera indifféremment l'hypothèse nulle (non-corrélation) dans le cas de la spécification SURE ou celle des effets aléatoires en système si une telle corrélation existe. Les résultats d'estimation sont présentés dans le tableau 2.3

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Tableau 2.3 : Résultats d'estimation				
Variable	Within-SURE effets fixes	Ecart-type	SURE	Ecart-type
Constante	-----	-----	-3,32828(*)	1,8248
VD	1,164256(***)	0,4143	0,902572(***)	0,3244
VP	0,012284	0,1237	0,21638	0,1511
VD * VD	0,026365	0,0548	0,134921(***)	0,057
VP * VP	0,07943(***)	0,0101	0,067495(***)	0,0122
VD * VP	-0,05144(***)	0,0192	-0,09653(***)	0,0229
wE	0,298249(***)	0,00253	0,429962(***)	0,0582
wL	0,373782(***)	0,00287	0,289376(***)	0,053
wM	0,327969(***)	0,00154	0,280662(***)	0,0196
wE * wE	0,172856(***)	0,0127	0,240015(***)	0,011
wE * wL	-0,15466(***)	0,0127	-0,25259(***)	0,00991
wE * wM	-0,01819(***)	0,00555	0,012572(***)	0,0028
wL * wL	0,21001(***)	0,015	0,316796(***)	0,00953
wL * wM	-0,05535(***)	0,00625	-0,06421(***)	0,00249
wM * wM	0,073539(***)	0,00483	0,051638(***)	0,00132
wE * VD	-0,04602(***)	0,00979	-0,01041(*)	0,00632
wE * VP	-0,00432	0,00362	0,000052	0,00414
wL * VD	0,05856(***)	0,0106	0,012268(**)	0,00578
wL * VP	0,003424	0,00406	-0,00493	0,00383
wM * VD	-0,01254(**)	0,00556	-0,00186	0,00189
wM * VP	0,0009	0,00205	0,004882(***)	0,00125
Long1	-0,20856	2,0193	0,101225	0,4846
Long2	1,313383	1,0361	0,470134(***)	0,1412
Long1 * Long1	0,240872	0,2351	-0,00075	0,0638
Long2 * Long2	0,081271	0,1047	0,017128(**)	0,0084
Long1 * Long2	-0,18632(**)	0,0895	0,022376	0,0234
Prod	0,07783	0,1761	-0,55299(***)	0,1323
Prod * Prod	0,025731	0,0242	-0,04642(***)	0,00867
Stoc	-0,06364	0,7751	0,159799	0,1863
Stoc * Stoc	0,033633	0,0574	0,021692(***)	0,00534
Pomp	0,572809	0,4139	0,380224(***)	0,0543
Pomp * Pomp	-0,08526(**)	0,0374	-0,01628(***)	0,00444
Densit	1,348916	1,4153	0,274559	0,5485
Densit * Densit	-0,34798(*)	0,1958	-0,12279	0,0921
Jours	0,94459	0,8015	3,913522(***)	0,5206
Jours * Jours	-0,60006(***)	0,2381	-0,46324(**)	0,2327
Heures	0,197193	0,36	0,744773(**)	0,3358
Heures * Heures	0,087836(**)	0,0382	-0,08795(**)	0,0462
Abon	0,000521	0,1009	-0,17917	0,1244
Abon * Abon	-0,01621	0,0112	0,032487(***)	0,00703
wE * Long1	0,11005(***)	0,0179	0,008423(**)	0,00402
wE * Long2	-0,02023	0,0144	-0,00611(**)	0,00272
wL * Long1	-0,09158(***)	0,0196	-0,0081(**)	0,0037
wL * Long2	0,022295	0,0158	0,006039(***)	0,00251
wM * Long1	-0,01847(*)	0,0102	-0,00032	0,00118
wM * Long2	-0,00207	0,00835	0,000076	0,000815

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Variable	Within-SURE Effets fixes	Ecart-type	SURE	Ecart-type
wE * Prod	0,003808	0,00587	0,000076	0,000815
wL * Prod	-0,00215	0,00648	0,006238(***)	0,00184
wM * Prod	-0,00166	0,00332	0,000507	0,000591
wE * Stoc	-0,00279	0,0119	-0,00195	0,0023
wL * Stoc	0,005431	0,013	0,002348	0,00213
wM * Stoc	-0,00264	0,00706	-0,00039	0,000671
wE * Pomp	0,011476(**)	0,00572	0,012726(***)	0,00116
wL * Pomp	-0,02361(***)	0,0063	-0,0128(***)	0,00106
wM * Pomp	0,012134(***)	0,00332	0,000074	0,000342
wE * Densit	0,04136(**)	0,018	-0,0269(***)	0,00702
wE * Jours	-0,01405	0,0151	0,088686(***)	0,0117
wE * Heures	-0,01199	0,00776	0,009023	0,00761
wL * Densit	-0,025	0,0202	0,020679(***)	0,0065
wL * Jours	0,043933(***)	0,0168	-0,07683(***)	0,0107
wL * Heures	0,005158	0,0087	-0,01252(*)	0,00705
wM * Densit	-0,01636	0,0104	0,006225(***)	0,00206
wM * Jours	-0,02988(***)	0,00847	-0,01186(***)	0,00346
wM * Heures	0,006836	0,00439	0,003493	0,00225
wE * Abon	0,000556	0,00109	-0,00279(**)	0,00139
wL * Abon	-0,00075	0,00124	0,003327(***)	0,00127
wM * Abon	0,000191	0,000626	-0,00054	0,000423
VD * Long1	-0,01582	0,0597	0,027985	0,0464
VP * Long1	0,03347(*)	0,0202	-0,01597	0,0245
VD * Long2	-0,01248	0,0329	-0,08323(***)	0,0239
VP * Long2	-0,02612(***)	0,00863	0,036477(***)	0,0096
VD * Prod	-0,01962	0,024	0,034228(*)	0,0196
VP * Prod	-0,01009	0,00676	-0,0192(***)	0,00793
VD * Stoc	0,018828	0,0207	0,023984	0,0245
VP * Stoc	-0,03922(***)	0,0112	0,022763(*)	0,0124
VD * Pomp	0,000692	0,0118	-0,06269(***)	0,00783
VP * Pomp	0,009232(***)	0,0033	0,002565	0,0035
VD * Densit	-0,09038	0,0767	0,362644(***)	0,0612
VD * Jours	0,001228	0,0614	-0,30809(***)	0,0679
VD * Heures	-0,05457	0,0384	-0,03465	0,0441
VP * Densit	0,01776	0,0265	-0,05762(*)	0,0314
VP * Jours	-0,01637	0,0322	0,126005(***)	0,0371
VP * Heures	0,027411	0,0189	-0,001	0,0241
VD * Abon	-0,01364(**)	0,00751	-0,00378	0,00945
VP * Abon	0,017376(***)	0,0041	0,002125	0,00519

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Variable	Within-SURE effets fixes	Ecart-type	SURE	Ecart-type
Abon * Long1	0,004062	0,00265	-0,0033	0,00325
Abon * Long2	-0,00495(**)	0,00244	0,003018	0,00251
Abon * Prod	-0,00052	0,0012	0,002883(**)	0,0014
Abon * Stoc	0,00104	0,00147	-0,00284	0,00186
Abon * Pomp	0,000424	0,000888	-0,00123	0,000974
Abon * Densit	-0,01867(*)	0,011	-0,01503	0,0123
Abon * Jours	0,01332	0,0109	0,016739	0,0119
Abon * Heures	0,000281	0,0063	0,005153	0,0078
Long1 * Prod	-0,01038	0,029	0,042595(**)	0,0222
Long1 * Stoc	-0,04442	0,1025	-0,04403	0,0308
Long1 * Pomp	0,038651	0,0467	0,01156	0,00865
Long1 * Densit	-0,00054	0,1586	-0,12633(**)	0,0632
Long1 * Jours	0,001845	0,0904	-0,2423(***)	0,0859
Long1 * Heures	-0,03494	0,0312	-0,08481(**)	0,0386
Long2 * Prod	0,010882	0,0126	0,017936(*)	0,0096
Long2 * Stoc	0,062419(*)	0,0363	-0,04995(***)	0,00985
Long2 * Pomp	-0,04674	0,0312	0,015719(***)	0,00398
Long2 * Densit	-0,00209	0,0375	0,066482(***)	0,0261
Long2 * Jours	-0,01641	0,0348	-0,01819	0,0281
Long2 * Heures	0,00688	0,0175	0,037795(**)	0,0179
Prod * Stoc	0,014938	0,017	-0,04388(***)	0,0115
Prod * Pomp	-0,00604	0,00617	0,013067(***)	0,00198
Prod * Densit	0,006373	0,0253	-0,05707(***)	0,0187
Prod * Jours	-0,00759	0,0238	0,119683(***)	0,0229
Prod * Heures	0,011231	0,0127	0,026113(*)	0,015
Stoc * Pomp	-0,02285(**)	0,0116	0,023414(***)	0,00415
Stoc * Densit	0,051525	0,0486	-0,27245(***)	0,0369
Stoc * Jours	-0,04601(**)	0,0205	0,121605(***)	0,0225
Stoc * Heures	0,008757	0,0175	0,038006(*)	0,0223
Pomp * Densit	-0,07285(***)	0,0271	0,005974	0,00982
Pomp * Jours	0,033748(**)	0,0158	0,041637(***)	0,0103
Pomp * Heures	0,010401	0,00711	-0,03045(***)	0,00725
Densit * Jours	-0,10054	0,1217	-0,27969(***)	0,1134
Densit * Heures	-0,00117	0,0548	-0,10739(*)	0,0568
Jours * Heures	0,129422(**)	0,062	0,028291	0,0688
Trim	0,014482(*)	0,00882	-0,03528(***)	0,0109
Trim * Trim	0,000081	0,00099	0,007407(***)	0,00131
Trim * wE	-0,00181(***)	0,000739	0,001022(*)	0,000599
Trim * wL	0,002919(***)	0,000821	-0,00048(*)	0,000293
Trim * wM	-0,0011(***)	0,000414	-0,00054(*)	0,000316
\bar{R}^2 (équation de coût variable)	0,5872			0,9269

Nombre d'observations = 878.

(*), (**) et (***) indiquent respectivement les niveaux de confiance 10%, 5% et 1%.

Avec la procédure Within-SURE (effets fixes), les \bar{R}^2 pour w_E , w_L et w_M sont respectivement de 0,2331, 0,3414 et 0,5457.

Avec la procédure SURE, \bar{R}^2 pour w_E , w_L et w_M sont respectivement [(0,5819), (0,7041) et (0,9442)].

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Tests d'Hausman

	ddl^*	χ^2	$P > \chi^2$
Within-Sure / Sure	124	700,0514	0,0000

* : degrés de liberté

La valeur de la statistique de test d'Hausman (test de la spécification effets fixes vs. effets aléatoires) est de 700,0514 à comparer avec la valeur théorique d'un chi-deux avec 124 degrés de liberté, ce qui permet de rejeter l'hypothèse nulle d'absence de corrélation entre les effets individuels (des communes) et les variables explicatives. Nous retiendrons par conséquent la spécification des effets fixes dans l'interprétation des résultats et le calcul des mesures d'efficacité et d'élasticités. Les coefficients de détermination associés aux équations estimées par la méthode SURE-Effets fixes sont satisfaisants, notamment pour celle du coût variable (0,5872) et la part de produits chimiques (0,5457).

Analyse des résultats

L'étude de la flexibilité des coûts nous permet d'analyser la performance des services de notre échantillon de façon détaillée, en s'appuyant sur la technologie spécifique des réseaux d'AEP. Nous pouvons ainsi faire une extension de l'analyse de production classique en introduisant les notions de rendements de densité propres aux industries de réseaux.

Grâce à la normalisation des données (approximation de la fonction de coût variable autour de la moyenne), les paramètres de premier ordre peuvent être interprétés directement comme des élasticités de coût (estimées à la moyenne d'échantillon des autres variables). Par exemple, les estimations d'élasticité de coût par rapport aux biens produits s'interprètent directement de la façon suivante : un accroissement de 10% du volume d'eau distribué V_D et du volume d'eau perdu V_p entraîne une augmentation du coût variable respectivement de 11,64% et 0,12%, toutes choses égales par ailleurs. Ces estimations montrent que la production d'une unité supplémentaire d'eau "perdue" accroît les coûts d'exploitation dans une moindre mesure qu'une unité supplémentaire d'eau "vendue". Ceci serait une première explication au fait que la minimisation des pertes d'eau n'est pas vraiment une priorité pour le responsable du service, en particulier si la réparation des fuites est très coûteuse.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Si nous étudions de façon plus précise les estimations des élasticités de coût par rapport aux variables de capital, nous pouvons en tirer de précieux enseignements. Une condition nécessaire pour que le programme du service d'eau corresponde à une minimisation des dépenses à long terme est que la dérivée du coût variable par rapport au capital technique est égale à l'opposé du coût unitaire de ce dernier. Nous pouvons alors conclure que dans le cas contraire, le service ne se trouve pas sur le sentier d'équilibre de long terme (voir Garcia, 2001). Les valeurs des élasticités de coût par rapport à la capacité de stockage $Stoc$ et la variable représentant l'importance du réseau $Long_1$ ne sont pas significatives. Le signe négatif des paramètres est cohérent avec la propriété de non croissance de la fonction de coût variable par rapport au capital, mais nous ne pouvons pas conclure que les responsables du service d'eau font un calcul de long terme. L'estimation des élasticités de coût par rapport à la capacité de production $Prod$, la capacité de pompage $Pomp$ sont positives $[(0,07), (0,57)]$, ce qui signifie que le service moyen est caractérisé par des capacités excessives de production et pompage.

Ces résultats sont en accord avec la pratique observée : le gestionnaire d'un service doit se protéger contre d'éventuels chocs positifs importants de la demande. Il doit en effet se garantir contre les différents pics de consommation dans la journée surtout. Le gestionnaire doit être aussi capable de répondre aux variations liées aux changements de saisons, en particulier dans des régions fortement marquées par le tourisme, comme celles étudiées. Les réservoirs ont cette fonction de régulation. Par ailleurs, ces résultats sont vérifiés pour la plupart des services de notre étude qui ne seraient pas situés sur le sentier d'équilibre de long terme. Par conséquent, si nous avions estimé une fonction de coût de long terme, celle-ci aurait été mal spécifiée.

2.5.2 L'évaluation des rendements de densité et d'échelle

Notre modèle de coût prend en compte deux caractéristiques importantes des services d'alimentation en eau potable : le nombre d'abonnés ($Abon$) et la densité de population desservie ($Densit$) adhérant à la même unité de distribution. Il contient également plusieurs autres variables ($Long_1, Prod, Stoc, Pomp$) mesurant le poids du capital dans la fonction de coût.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Nous pouvons ainsi faire une extension de l'analyse de production classique en introduisant les notions de rendements de densité propres aux industries de réseaux, comme cela est décrit dans la section (1.4).

Tableau 2.4 : Estimation des rendements de réseau pour le service moyen

Elasticité	Estimation	Ecart-type
EDP _{CT}	0,093692(***)	0,00553
EDP _{LT}	1,001346(***)	0,00486
EDU _{CT}	0,094284(***)	0,0056
EDU _{LT}	0,997786(***)	0,00748
EE	0,945778(***)	0,0225

Notes : CT et LT signifient respectivement court et long termes. EDP est l'abréviation d'élasticité de densité de production, EDU d'élasticité de densité d'utilisateurs et EE d'élasticité d'échelle.

Dans le tableau 2.4, nous avons reporté les estimations des différentes notions de rendements et de leur écart-type qui ont été calculés pour le service moyen au point moyen des variables de notre échantillon. Toutes les estimations sont significatives. Cependant, il est informatif de tester l'hypothèse H_0 : rendements = 1 (les rendements sont constants) contre l'hypothèse H_1 : rendements < 1 (rendements décroissants) ou H_1 : rendements > 1 (rendements croissants). La valeur de l'élasticité de production est inférieure à 1 (0,093 à court terme) et égale à (1,001) à long terme, ce qui permet de conclure que les rendements sont décroissants à court terme et par ailleurs, les rendements à long terme sont constants, de même pour les rendements de densité d'utilisateurs. Enfin, les rendements d'échelle sont significativement décroissants pour le service moyen.

Dans le but d'avoir des interprétations des estimations pour des services de caractéristiques différentes et afin d'approcher la taille efficiente d'un service d'eau particulier dans l'échantillon, nous avons recalculé ces élasticité en classant les individus selon plusieurs critères. Le premier classement consiste à classer les services selon qu'ils distribuent un volume d'eau exprimé en m³ par abonné faible ([Min - Q1]), moyen ([Q1 - Q3]) ou élevé ([Q3 - Max]), où Q1, Q2 et Q3 représentent respectivement les quantiles d'ordre 25%, 50% et 75% de la distribution considérée. Cela nous permet de comparer les rendements de densité de production estimés par rapport à la densité de production. La partie haute du tableau 2.5 présente également les résultats d'estimation des élasticités d'utilisateurs et d'échelle suivant ce classement. Nous utilisons les écarts-types estimés et reportés dans le tableau pour

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

tester l'hypothèse nulle de rendements constants. Les valeurs obtenues indiquent que les élasticités de densité de production sont significativement inférieures à 1 sur le court terme et ne sont pas différentes de 1 sur le long terme, avec des valeurs de respectivement 0,0724 et 1,0006 pour les volumes d'eau par abonné les plus faibles. Les rendements de densité d'utilisateurs sont également constants sur le long terme, avec la valeur estimée est très peu différente de 1 (0,9960). En revanche, les rendements d'échelle sont clairement et significativement constants. Par ailleurs, ces économies d'échelle décroissent avec la densité de production, indiquant ainsi que les services dont les abonnés consomment le moins d'eau ont le plus de bénéfice à retirer d'un rapprochement avec d'autres communes au sein d'un même service.

Pour connaître l'impact de la densité d'utilisateurs sur les coûts, nous avons classé les services par rapport au nombre d'abonnés desservis au kilomètre. Comme cela peut être vu dans la partie centrale du tableau 2.5, les estimations indiquent que les rendements de densité d'utilisateurs sont constants à long terme lorsque le nombre d'abonnés au kilomètre est faible. Les rendements deviennent ensuite légèrement croissants avec la concentration des abonnés. Cette tendance semblerait signifier qu'une zone à densité de population élevée (zone urbaine) est davantage en mesure d'accueillir de nouveaux abonnés que les zones moins peuplées, en particulier à long terme (valeur de l'élasticité de 1,0004 pour un écart-type de 0,0128). Il est intéressant de noter que l'on observe pour les densités d'utilisateurs les plus élevées, l'élasticité de densité de production la plus forte (1,0021 à long terme) indiquant également une bonne capacité pour ces services à accroître leur distribution d'eau par abonné. En outre, on observe les rendements d'échelle significativement constants pour toutes les densités d'utilisateurs, avec une légère amélioration à partir d'une certaine densité. Il y aurait donc intérêt à accroître le regroupement des communes lorsque les zones de desserte sont à densité plus élevée.

Nous avons également classé les services selon la densité de population desservie par la même unité de distribution : nous pouvons avoir une idée de l'évolution des rendements d'échelle en fonction de la taille du service d'eau. Les résultats reportés dans la partie inférieure du tableau 2.5 révèlent qu'il est toujours profitable pour les agences municipales de regrouper plusieurs communes sous forme de syndicat intercommunal. Pour les services communaux, il y a une absence d'économie d'échelle avec élasticité estimée (0,9415). Il en est de même pour les services comprenant la densité de population la plus élevée et dont les rendements sont significatifs et égaux à 0,9644 avec (écart-type égal à 0,0316). Cependant, pour tous les services, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle de rendements d'échelle

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

constants sur le long terme. Les valeurs des élasticités nous montrent que l'on est vraiment très loin d'avoir des déséconomies d'échelle. Cela indiquerait ainsi qu'il n'existe aucun gain, voire même une perte économique à accroître indéfiniment le groupement de communes. Nous trouvons des résultats similaires à ceux des précédents cas concernant les densités de production et indiquant des rendements constants sur le long terme et décroissants à court terme. L'évolution des élasticités de production indique en particulier que les services qui ont le plus intérêt à s'agrandir sont aussi ceux qui ont intérêt à accroître leur quantité d'eau distribuée.

Tableau 2.5 : Estimations des élasticités de densité et d'échelle

Services classés par volume d'eau mis en distribution m3 / Abon						
	[Min -Q1]		[Q1 - Q3]		[Q3 - Max]	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT
EDP	0,0724505	1,0006676	0,0745724	1,0005233	0,1063699	0,9988167
Ecart-type	0,059982	0,0062002	0,0517932	0,0038896	0,0564874	0,0050888
EDU	0,0731357	0,9960267	0,0751877	0,9964986	0,1074765	0,9914773
Ecart-type	0,0609559	0,0175772	0,0526359	0,0138319	0,0583037	0,0267533
EE	0,9602323		0,9558681		0,934633	
Ecart-type	0,0406608		0,0358432		0,0450301	

Services classés par nombre d'abonnés au Kilomètres (Abon / Km)						
	[Min -Q1]		[Q1 - Q3]		[Q3 - Max]	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT
EDP	0,1089725	0,9987791	0,0834121	0,9992564	0,0550764	1,0021274
Ecart-type	0,0649358	0,0025592	0,0599865	0,0046628	0,0240214	0,0046864
EDU	0,1098682	0,9934016	0,0843205	0,9919869	0,0554219	1,0004558
Ecart-type	0,0659671	0,0135462	0,0614276	0,0210821	0,0243216	0,0128102
EE	0,9382934		0,9480798		0,9674354	
Ecart-type	0,038185		0,044044		0,0233089	

Services classés par densité de population desservie						
	[Min -Q1]		[Q1 - Q3]		[Q3 - Max]	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT
EDP	0,1028894	0,998459	0,0884328	1,0009943	0,0585403	1,0015477
Ecart-type	0,0721951	0,002427	0,0520853	0,0054564	0,0296986	0,0057172
EDU	0,1038748	0,9922974	0,0889986	0,9970443	0,0586981	0,9996769
Ecart-type	0,073293	0,0124581	0,053174	0,0213175	0,0296213	0,0151228
EE	0,9415066		0,944678		0,9644165	
Ecart-type	0,0421407		0,0386102		0,0316371	

Notes : Toutes les élasticités sont calculées à la moyenne du sous-échantillon des variables. CT et LT signifient respectivement court et long termes EDP est l'élasticité de densité de production, EDU l'élasticité de densité d'usagers et EE l'élasticité d'échelle.

2.5.3 La substitution des facteurs de production

Le tableau 2.6 présente les estimations des élasticités-prix propres et croisées ainsi que celles des élasticités de substitution de Morishima, calculées à partir de la moyenne des parts de coût observées. Nous constatons en premier lieu que les élasticités-prix propres ont le signe attendu, c'est-à-dire que les demandes de facteur réagissent négativement à une variation de leur prix et de façon significative. Les facteurs de production peuvent être considérés comme des substituts au sens de Morishima, puisque les élasticités de substitution sont positives.

La substitution entre énergie et produits chimique apparaît relativement aisée, car l'estimation de δ_{EM}^M (0,71, significative) indique que les services sont capables de substituer du matériel à l'énergie assez facilement. La substitution inverse apparaît un peu moins facile, car, l'estimation de δ_{ME}^M est plus faible (0,36, significative). L'élasticité de substitution δ_{TM}^M est, quant à elle positive (0,63) et significative, montrant ainsi que le travail et le matériel sont des substituts.

Considérons à présent la substitution entre les facteurs travail et matériel. Nous avons souligné auparavant que les dépenses en matériel incluaient différents types de dépenses comme les coûts des produits chimiques, de maintenance tels réparations et sous-traitance qui nécessitent beaucoup de main d'œuvre. Nous pouvons présumer que les services d'eau utilisent indifféremment leur propre personnel ou celui lors de contrats de sous-traitance. Cependant, il n'est pas immédiat que les deux types de travail sont substituables en pratique. Néanmoins, la sous-traitance est la principale composante des dépenses en matériel. Ainsi, puisque travail et matériel apparaissent comme substituts dans nos estimations, nous nous autorisons à conclure que sous-traitance et travail sont des substituts dans notre cas particulier.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Tableau 2.6 : Estimation des élasticités-prix (ε_{iq}) et des élasticités de substitution de Morishima (σ_{iq}^M)

	Elasticité- prix			Elasticité de substitution		
	Energie	Travail	P ^t chimique	Energie	Travail	P ^t chimique
Energie	-0,1221*** (0,0430)	-0,14479*** (0,0427)	0,26697*** (0,0186)	0	-0,08042 (0,0809)	0,714774*** (0,0266)
Travail	-0,1155*** (0,0341)	-0,06437 (0,0402)	0,179898*** (0,0168)	0,006651 (0,0751)	0	0,627702*** (0,0274)
P ^t chimique	0,242778*** (0,0177)	0,205027*** (0,0198)	-0,4478*** (0,0149)	0,364959*** (0,0502)	0,269394*** (0,0535)	0

Notes : les élasticités sont calculées à la moyenne des parts de coût. Les écarts-types sont entre parenthèses.

2.5.4 Coûts marginaux et élasticités de coût marginal

Le concept du coût marginal est l'un des concepts les plus importants à mobiliser dans une analyse de la performance d'une activité de production. C'est ainsi que, l'estimation des coûts marginaux d'un secteur d'activité est d'un grand intérêt pour la fixation de ses prix, que ce secteur soit réglementé ou non. La comparaison du coût marginal et du prix pratiqué peut donner une information sur le déficit ou l'excédent des comptes de l'exploitant. Cette estimation apporte un élément indispensable pour une autorité indépendante de régulation qui veut instaurer un prix plafond ("Price Cap") ou qui désire mettre en place une concurrence par comparaison ("Yardstick competition").

Nous avons calculé les coûts marginaux de distribution de l'eau potable aux usagers pour chaque service à partir de la fonction de coût variable de court terme (2.2). Pour une forme fonctionnelle Translog, le coût marginal estimé du bien j est donné par l'expression suivante :

$$Cm_j(w, y; K, Z) = \frac{\partial CT}{\partial y_j} = \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_j} \times \frac{CT}{y_j}$$

Où Cm_j est le coût marginal du bien j , CT représente le coût total de court terme du service (coûts variables et coûts fixes) et y_j est la quantité produite du bien j .

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

**Tableau 2.7 : Estimation des coûts marginaux et comparaison avec les prix
(AEP, abonnés domestiques)**

Variable	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Coût marginal de VD	7,5250	7,5684	0,9911	49,7081
Coût marginal de VP	11,6027	10,2494	0,9957	57,5181
Prix moyen	35,8285	120,9521	0,0312	3315,9
Prix marginal	12,6661	3,7534	4,2009	31,5477
Moyenne pondérée des couts marginaux	8,3405	7,6985	1,1980	51,2361

Notes. 868 observations. La moyenne pondérée des coûts marginaux est obtenue par la formule $Cm = (Cm_{V_D} \times V_D + Cm_{V_P} \times V_P) / (V_D + V_P)$.

La moyenne du coût marginal du volume d'eau distribué (V_D) est estimée à 4, 669 Dinars et est significative à 1% (écart-type estimé de 0,443). Cette estimation du coût marginal est inférieure au prix marginal du mètre cube observé en moyenne par les agences de services et qui est égal à 12,666 Dinars. Nous avons également estimé la moyenne du coût marginal du volume perdu (V_P), égale à 6,003 Dinars et également significative à un niveau de confiance de 1% (écart-type de 0,440). Les résultats d'estimation révèlent des différences importantes entre les services d'AEP en termes d'efficacité. Ainsi, le coût marginal du mètre cube distribué le plus faible est estimé à 0,9911 Dinar, alors que celui le plus élevé avoisine les 49,7081 Dinars. La moyenne observée sur l'échantillon est de 7,525 Dinars.

Les élasticités de coût marginal sont estimées à la moyenne des variables de l'échantillon et sont présentées dans le tableau 2.8. Toutes ces élasticités sont significatives à un niveau de confiance de 1%, les élasticités prix propres étant positives et l'élasticité croisée entre volume distribué et volume perdu étant négative. La courbe du coût marginal des pertes n'est pas décroissante, indiquant clairement que le service n'a pas intérêt à accroître son volume d'eau perdu pour sortir de la zone d'inefficacité. En conséquence, ces résultats indiquent bien l'existence de complémentarité de coût entre les deux biens produits, l'un désiré et l'autre non désiré, comme dans l'étude de Garcia (2001). Il y aurait donc un réel avantage économique à produire ensemble ces deux outputs, ce qui serait une explication au niveau élevé de fuites dans les réseaux de nombreuses communes.

Tableau 2.8 : Estimation des élasticités du coût marginal des volumes distribués et perdus

Variable	Estimation	Ecart-type
VD (volume distribué)	0,5457(***)	0,0519
VP (volume perdu)	0,1796(***)	0,0132
VD * VP	-0,0514(***)	0,0192

Notes : les élasticités sont calculées au point d'approximation de la forme Translog.
 V_d et V_p signifient respectivement volume distribué et perdu.

Nous évaluons enfin l'impact de la qualité du service, mesurée par la fréquence et les plages horaires de distribution aux abonnés, sur les performances du service d'eau, en calculant les élasticités du coût marginal de distribution par rapport aux variables Heures et Jours. Les estimations de ces élasticités figurent dans le tableau 2.9, et s'interprètent de la façon suivante : un accroissement de 1% de plages horaires et de fréquence de distribution entraîne une diminution du coût marginal du service dans les proportions respectives suivantes (-0,35% et -0,12%), toutes choses égales par ailleurs. Dans la mesure où le volume d'eau distribué est déjà intégré dans la fonction de coût, ces signes négatifs ne peuvent être attribués au fait que le coût marginal diminuerait avec des volumes distribués (et donc produits) plus importants (ce qui serait le cas si les fréquences et plages horaires de distribution étaient plus importantes). Un effet négatif de la durée du service (de distribution) sur le coût des services d'eau potable a également été obtenu par Nauges et van den Berg (2008), qui estiment l'élasticité du coût moyen par rapport à la durée (en nombre d'heures par jour, équivalent de notre variable Heures) à -0,207.

Tableau 2.9 : Estimation des élasticités du coût marginal par rapport à la fréquence de distribution d'AEP

Variable	Elasticité	Ecart-type
Jours	-0,34951(**)	0,1662
Heures	-0,12184	0,113

Nous préférons interpréter ces élasticités négatives comme le signe que les plages horaires et fréquences de distribution sont directement liées à la rareté de la ressource. Ainsi, pour un même volume d'eau mis en distribution, le coût marginal serait inférieur si la ressource en eaux brutes est relativement plus abondante, avec pour corollaire une meilleure qualité du service (une fréquence et/ou des plages de distribution plus avantageuses pour les usagers).

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Avec cette interprétation, les variables Heures et Jours capteraient en réalité le degré de saturation des ressources en eau mobilisables dans la distribution d'AEP du réseau, degré qui serait inversement proportionnel à ces variables. Ces dernières représenteraient ainsi par exemple l'état de vétusté du réseau d'AEP se traduisant par un coût marginal de distribution supérieur si la ressource est plus limitée. Nos estimations ne doivent donc pas être utilisées en considérant que les variables Heures et Jours sont des variables de décision parfaitement ajustables par les gestionnaires des réseaux, qui pourraient diminuer le coût marginal de distribution en augmentant la fréquence et/ou les plages horaires de distribution. En effet dans ce cas, la saturation de la ressource disponible ne permettrait pas de distribuer le volume d'eau requis.

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donc illustré sur un échantillon de données relatives aux services d'eau des communes algériennes gérées par l'ADE. A partir de la modélisation économique des décisions des gestionnaires en charge de l'exploitation des services d'AEP et à l'aide d'une fonction de coût variable multi-produits, nous présenterons les différentes informations sur la technologie de production et de distribution (substitution entre facteurs, rendements d'échelle, etc.), pour l'échantillon total des communes desservies par les différentes agences de l'eau.

Notre modèle présente plusieurs particularités. La première est de définir la production comme la fourniture d'un bien désiré (le volume d'eau potable effectivement vendu) et d'un bien non désiré (le volume d'eau potable perdu). La seconde caractéristique est l'introduction de variables techniques de réseau telle que le nombre d'abonnés desservis et la fréquence et plage horaire de distribution attachés au service d'eau, ainsi que des variables représentant le capital propres au secteur d'activité : la longueur des conduites de distribution, les capacités de production et de pompage, et la capacité de stockage.

Grâce à tous ces éléments, nous avons pu nous intéresser en particulier à la façon dont il était possible d'améliorer l'efficacité technique d'ensemble du réseau, par le calcul de différentes notions de rendements. Nous avons également tenté de mettre en évidence dans quelle mesure l'exploitant avait intérêt à ne pas réparer ses fuites de canalisations.

L'estimation des paramètres de la fonction de coût et des équations de parts, nous permet de calculer les élasticités de substitution entre facteurs de production ainsi que les élasticités de densité et d'échelle pour les services de notre échantillon. Au vu des résultats présentés dans ce chapitre, nous pouvons tirer plusieurs enseignements sur la technologie de l'alimentation en eau potable et sur la structure des coûts de l'activité, dans le but d'une régulation efficace de la ressource en eau :

1- la substitution des facteurs de production entre eux ne suggère pas la possibilité d'un arbitrage entre l'activité de production et celle de distribution de l'AEP. La substitution par le facteur électricité essentiellement utilisé dans l'extraction et la mise en pression d'un volume d'eau, du facteur travail dont une large part consiste en des réparations et de la sous-traitance, en est un bon exemple.

Chapitre 2

Estimation et étude d'une fonction de coût variable de service d'eau potable

Cela ne nous autorise pas à penser qu'un exploitant peut prendre la décision de laisser le réseau en l'état et d'accroître sa production en amont, pour maintenir la satisfaction de la demande des usagers.

2- Les tests réalisés, à partir des paramètres associés aux variables de capital, nous permettent de conclure que le service moyen est caractérisé par des capacités excessives de production et de pompage. L'explication à ce résultat est liée à la gestion de la demande des usagers. En effet, le responsable du service doit se prémunir contre d'éventuels chocs positifs importants de la demande.

3- Pour le service moyen, les rendements de densité de production sont constants à long terme. Les estimations des élasticités d'échelle (lorsqu'elles sont égales à 1) confirment l'idée selon laquelle un service est exposé à une absence d'économie d'échelle. Sur tout l'intervalle de densité, les élasticités d'échelle étant fortement identiques et proches de 1, les services d'AEP sont vraiment loin de profiter de déséconomies d'échelle.

4- En outre, l'estimation des coûts marginaux nous donne une indication indispensable pour fixer le prix de m^3 à facturer aux usagers, et nous permet de tirer une information sur le déficit où l'excédent des comptes de l'exploitant, en faisant la comparaison du coût marginal et du prix pratiqué.

5- Les estimations des élasticités propres de coût marginal montrent que la courbe du coût marginal, par rapport au volume d'eau distribué, est décroissante. L'élasticité croisée de coût marginal, par rapport aux volumes distribués et perdus, est négative; ce qui constitue une validation empirique de la complémentarité de coût entre le volume d'eau distribué et le volume d'eau perdu.

6- Les élasticités du coût marginal, par rapport à la fréquence et aux plages horaires de distribution sont négatives; ce qui est interprété ici comme des performances des services d'AEP inférieures, lorsque la ressource brute en eau est limitée. Des services ayant accès à une ressource abondante peuvent par contre assurer une meilleure qualité du service tout en bénéficiant d'un coût marginal de distribution plus faible.

7- Globalement, ces résultats sont encourageants en ce qui concerne leur application directe en termes de décisions politiques. La présence de résultats sur la complémentarité de coût entre les deux biens produits nous fournit en revanche de précieuses informations sur l'intérêt de produire les deux biens conjointement.

PARTIE 2 :

*LA FONCTION DE DEMANDE RESIDENTIELLE EN EAU
POTABLE : ANALYSE THÉORIQUE*

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

3.1 Introduction

L'eau, considérée dans l'inconscient collectif comme un don de la nature, est en passe d'être appréciée aujourd'hui comme un bien économique qu'il faut gérer, protéger et partager de manière efficace. Parmi tous les outils que peut fournir l'analyse économique, l'identification et l'estimation des différentes fonctions de demande (alimentation en eau potable, industrie et agriculture) sont indispensables à toute gestion et tarification optimale et/ou équitable de la ressource. L'eau en général et l'eau potable en particulier sont au centre de nombreux débats et études. L'eau est source de vie et facteur du développement de toute société car il existe peu d'activités humaines, qu'elles soient de production ou de consommation, qui n'en soient pas demandeuses d'eau. En outre, ce bien économique essentiel possède à ce jour peu de substituts. Au niveau mondial, les consommations d'eau ont augmenté ces trente-cinq dernières années à un rythme annuel de 4 à 8%. Selon la Banque Mondiale (World Ressources, 1996), 69% des 3240 km³ d'eau douce prélevés chaque année sont utilisés par l'agriculture, 23% par l'industrie et 8% par les usages domestiques.

Cependant bien qu'elle soit une ressource indispensable pour toute l'humanité, la problématique de l'eau se pose en des termes différents d'une région à l'autre du monde, notamment entre pays développés et pays en voie de développement (PVD). Si les consommations se stabilisent voire diminuent dans les pays industrialisés, elles augmentent considérablement dans les PVD, notamment en raison de la forte croissance démographique, du début d'industrialisation et de la modification des pratiques de consommation. Dans les pays riches, les caractéristiques économiques du secteur sont maintenant bien connues et maîtrisées. A l'opposé, la situation des PVD, surtout en Afrique du Nord est différente, notamment en ce qui concerne la composition de la demande totale en eau, et la configuration des réseaux d'alimentation et d'assainissement.

La demande domestique en eau potable a longtemps été négligée par l'analyse économique. L'alimentation en eau a en effet été considérée de tout temps et partout comme l'usage prioritaire, car il concernait alors presque exclusivement la satisfaction de besoins perçus comme indispensables à la vie humaine. La notion de fonction de demande n'était alors guère pertinente puisque l'usage de l'eau était quasi incompressible et très peu sensible à des prix excessivement bas. Depuis Janvier 2005, le renchérissement de l'eau¹ et la multiplication

¹ MRE Conformément au décret exécutif n° 05/13 du 09 janvier 2005 fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

des usages domestiques ont rendu la consommation domestique en eau beaucoup plus sensible au prix et donc l'analyse de ses déterminants beaucoup plus pertinente.

La gestion rationnelle de la ressource en eau suppose que l'on connaisse les fonctions de demande de chacun de ses usagers potentiels : usagers domestiques, industriels et agricoles. Ces fonctions traduisent l'intensité du besoin et leur connaissance est nécessaire pour procéder aux arbitrages que l'on juge utile et indispensable pour une gestion de la ressource d'une part efficaces (affecter la ressource à ceux qui la valorisent le plus), et d'autre part équitable (procéder à des arbitrages pour que chacun des usagers en ait l'accès).

Ce concept de fonction de demande en eau est intimement lié à la conception de l'eau comme bien économique. Il suppose en effet que les différents types d'usagers ajustent leurs niveaux de consommation en maximisant leur fonction objectif et qu'ils réagissent aux modifications de leur environnement, tels que les ajustements de tarification ou l'évolution de la législation. Ce caractère de bien économique a été officiellement reconnu lors de la conférence internationale sur l'Eau et l'Environnement tenue à Dublin en 1992. L'objet de ce chapitre consiste à étudier plus en détail cette demande en eau, afin de comprendre pourquoi et comment, le consommateur va ajuster la demande qu'il attache à ce bien, quel qu'il soit. Ce travail reste primordial du moment où il est question de prévoir, d'anticiper le plus correctement possible, l'évolution future de la consommation d'un bien particulier de l'économie. De plus, la gestion de la demande en eau fait référence à l'ensemble des mesures techniques, institutionnelles, politiques et sociales auxquelles les différents acteurs socio-économiques et politiques et leurs gouvernements ont recours pour assurer l'efficacité de l'utilisation de leurs ressources en eau, de l'optimisation de l'usage, des produits et des services générés par la ressource en eau et sa valorisation en tant que bien économique à valeur sociale gérée de façon durable et efficace. Au total, l'estimation d'une fonction de demande en eau constitue un moyen parmi d'autres de mesurer la valorisation de bien eau pour un usager et de contribuer à la mise en place de schémas de partage efficace de la ressource.

Dans ce chapitre introductif à la deuxième partie, on se pose de poser les bases théoriques nécessaires à l'estimation de la fonction de demande en eau des usagers domestiques. Avant cela, on présente ses caractéristiques. Il faut noter que l'on n'étudie pas

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

dans le cadre de cette thèse l'usage agricole et l'usage industriel. La raison qui a guidé ce choix est l'absence de données relatives à la consommation en eau des deux types d'utilisateurs. On étudie donc d'abord les caractéristiques de la demande domestiques en eau. On s'intéresse ensuite à l'estimation de cette fonction de demande.

3.2 La demande domestique en eau potable

Pour des raisons éthiques évidentes, ce type d'usage fait l'objet d'une attention particulière de la part de la puissance publique. Pourtant il est souvent mal connu des gestionnaires qui le considèrent, en règle générale, comme un élément incompressible. La notion de demande domestique recouvre en fait des situations très différentes qu'il convient de détailler avant d'aborder la littérature économique.

3.2.1 Eléments factuels

A - Demande en eau domestique et satisfaction de besoins essentiels

La question de l'accessibilité à l'eau douce potable se pose de manière récurrente dans les pays en voie de développement du fait de la croissance démographique². Aujourd'hui, l'Algérie comptait 34,8 millions d'habitants en 2000. L'ensemble de la population raccordée à une adduction d'eau potable (AEP) était estimée à 32 millions d'habitants, soit 92% de la population nationale.

Considérer que les niveaux de consommation en eau des utilisateurs domestiques résultent de comportements d'optimisation est tout à fait déplacé lorsque l'on considère certains pays. On rappelle en effet qu'en 1998, vingt-six pays regroupant plus de 230 millions de personnes ne disposaient pas de ressources renouvelables permettant d'assurer le minimum vital en eau défini à 1000m³ par an et par habitant, et que 400 millions de personnes supplémentaires vivaient en situation de « stress hydrique » c'est-à-dire avec un niveau de ressources renouvelables représentant entre 1000 et 2000 m³ par an et par habitant. Au total 40% de la population mondiale, dans quatre-vingt pays souffrirait de pénuries d'eau. Les statistiques d'accès à l'eau potable de la Banque Mondiale confirment ces éléments.

² La question de l'approvisionnement et de l'accessibilité risque de poser, dans le futur, de manière encore plus accrue, compte tenu des projections démographiques.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Les efforts de la puissance publique doivent porter en priorité dans ces pays sur la garantie de niveaux de ressources suffisants pour chacun.

Cependant, la satisfaction de besoins essentiels tels que l'alimentation et l'hygiène, ne constitue pas la majeure partie de l'utilisation domestique dans beaucoup de pays. La disparité de la consommation domestique est le fait de systèmes économiques et sociaux différents d'un pays à un autre, voire, d'un continent à un autre.

Les besoins en eau comprennent :

- Les besoins permanents – domestiques, administration et tertiaires, industriels,
- Les besoins saisonniers – touristiques et pour l'irrigation.

B - L'usage domestique de l'eau en Algérie

Les besoins domestiques dépendent de différents facteurs, le niveau de vie des populations étant le plus souvent déterminant. Les résultats du recensement de 1998 donnent pour chaque commune la répartition du type d'habitat selon quatre classes : habitat précaire, immeuble, maison traditionnelle et maison individuelle. La classification ainsi définie ne différencie pas complètement les niveaux de vie sauf pour la classe précaire. Les besoins domestiques pour chaque commune ont ainsi été calculés sur la base des dotations nettes suivantes par personne et par jour en 2002³ :

- Population rurale : 75 l/j/hab
- Population urbaine :
 - Habitat précaire : 60 l/j/hab
 - Immeuble : 90 l/j/hab
 - Maison traditionnelle : 90 l/j/hab
 - Maison Individuelle : 120 l/j/hab

Ces dotations nettes prennent en compte les niveaux de consommations des populations dans des zones géographiques relativement semblables à l'Algérie du Nord. Pour tenir compte d'une augmentation progressive du niveau de vie des populations, il a été retenu une augmentation de la dotation quotidienne de 0,5 % par an, tant pour les populations rurales que pour les populations urbaines, à l'exception de celles ne disposant que d'un habitat précaire.

³ MRE, SAFEGE/ Etudes sur les Unités de Dessalement – Novembre 2003, P.16.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Le tableau ci-après présente les dotations unitaires nettes pour les différentes années.

Tableau 3.1 : Dotations unitaires nettes par jours et par Habitant, en litres

Année	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Population rurale	75	76	78	80	82	84	86
Population urbaine							
Habitat précaire	60	60	60	60	60	60	60
Immeuble	90	91	94	96	98	101	103
Maison traditionnelle	90	91	94	96	98	101	103
Maison individuelle	120	122	125	128	131	135	138

Source : MRE / SAFEGE – Novembre 2003.

D'après l'étude de la tarification de l'eau à usage domestique, la consommation moyenne des ménages en 2000 s'élève à 55 (l/j/hab), un foyer de 5 personnes consomme environ 260 à 300 litres d'eau par jour. Sa consommation annuelle varie de 100 à 110 mètres cubes par an. On considère que la petite partie de l'eau consommée concerne l'alimentation alors que tout le reste répartition entre les opérations ménages telle que l'hygiène, et les sanitaires, la lessive et la vaisselle, et d'autres usages externes qui incluent l'arrosage des plantes et le lavage des voitures, etc.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

3.2.2 Revue de la littérature

A- La naissance d'une littérature aux Etats-Unis

La littérature économique présente un grand nombre d'estimations économétriques de la fonction de demande domestique en eau. Une majorité écrasante de celle-ci concerne les Etats-Unis⁴ où les élasticités varient selon les études de -1,63 à -0,12. Cependant, il apparaît comme peu vraisemblable que les résultats puissent être directement transposables au cas de l'Algérie tant il est vrai que la perception, par les usagers, du prix et de la rareté de la ressource semble différente d'un pays à l'autre. L'objectif est donc de préciser les déterminants de la fonction de demande en eau potable pour le cas de l'Algérie.

Les premières études de la demande domestique en eau potable remontent à la fin des années soixante. Les articles fondateurs de cette littérature sont ceux de Howe et Linaweaver (1967), Gibbs (1978), Foster et Beattie (1979)). Suite à des sécheresses de plus en plus fréquentes, les gestionnaires des services d'approvisionnement en eau potable cherchaient les moyens de gérer la rareté périodique de la ressource. À cette époque là, les moyens d'action sur l'offre apparaissent limités et très coûteux et on interroge les économistes sur les possibilités de régulation de la demande, et plus particulièrement de la demande domestique. Il s'agit notamment de savoir s'il est préférable d'imposer des restrictions de consommation, ou plutôt de développer des campagnes de sensibilisation, ou encore d'agir indirectement par l'intermédiaire de tarifs particuliers, par exemple de tarifs progressifs, ou enfin, s'il suffit, d'augmenter le prix. Pour répondre à cette question, les économistes ont estimé l'élasticité-prix, afin d'évaluer l'impact de toute politique de prix sur la demande domestique. Les années quatre-vingts virent se développer de nombreux travaux selon deux axes. Le premier concerne la spécification correcte de la fonction de demande domestique en eau et le deuxième est relatif au développement des méthodes économétriques appropriées à son estimation.

La spécification généralement retenue est la forme linéaire, et plus particulièrement celle dite log-log car elle permet une lecture directe des élasticités.

⁴ Les prélèvements pour usage domestique sont estimés 44,54 m³ par habitant en Algérie en 2000, 124 m³ en France en 1988 et à 243 m³ aux Etats-Unis en 1990.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Les données utilisées dans ces premières études sont en général des données agrégées⁵ en coupe transversale et les méthodes économétriques consistent le plus souvent à l'utilisation des Moindres Carrés Ordinaires (MCO). Dès cette époque, il est admis aux Etats-Unis que la demande d'eau potable par les ménages est inélastique par rapport aux prix mais pas parfaitement⁶. La gestion des ressources en eau par la demande (mise en place d'une tarification progressive par tranche, augmentation substantielle des prix...) devient alors un outil économique utilisé conjointement avec les mesures classiques de sensibilisation et de rationnement dans les états américaines où la ressource en eau est rare.

- **Les avancées en termes de spécification de la fonction de demande**

L'estimation de l'élasticité-prix exige la spécification d'une fonction de demande en eau potable. Il existe un large consensus entre les économistes concernant les déterminants de la fonction de demande domestique. En effet tous s'accordent à dire que le prix, le revenu, les caractéristiques du ménage (sa taille, sa composition) ainsi que de l'habitat (zone rurale ou urbaine, habitat collectif ou individuel, équipements électro-ménagers...) sont les principales variables qui conditionnent les choix des ménages. Certaines études ont également montré l'influence du climat notamment sur les usages extérieurs (arrosage de jardins ou bien lavage de voitures) dans des régions soumises à de fortes pénuries en eau. En revanche, la spécification du prix dans la fonction de demande a suscité de nombreux débats entre les auteurs et a constitué un domaine d'étude important pendant les années quatre-vingts.

⁵ Danielson est un des premiers auteurs à avoir utilisé des observations individuelles. Il travaille sur un échantillon de 261 consommateurs qui habitent Raleigh (Caroline du Nord, Etats-Unis) et dont il observe les consommations individuelle en eau de 1969 à 1974.

⁶ L'élasticité de la demande par rapport au prix est comprise entre -1 et 0 mais elle est significative différente de 0.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Tableau 3.2 : Principales études sur la demande domestique en eau potable aux Etats-Unis⁷

Auteurs	Donnes ¹	Région	Méthodes ²	Elasticité-prix
Howe-Linaweaver (1967)	CT	USA	MCO	-0,23
Gibbs (1978)	CT	Miami (USA)	MCO	-0, 51
Foster-Beattie (1979)	CT	USA	MCO	-0,52
Billings (1982)	ST	Tucson (USA)	VI	-0,70
Schefter-David (1985)	CT	Wisconsin(USA)	MCO	-0,12
Chicoine et al. (1986)	CT	Illinois (USA)	ES	-0,71
Chicoine-Ramamurthy (1986)	CT-ST	Illinois (USA)	MCO	-0,48
Nieswiadomy-Molina (1989)	CT-ST	Denton (USA)	VI/DMC	-0,86/-0,36*
Schneider-Earl (1991)	CT-ST	Columbus (USA)	DMC	-0,12/-0,26**
Hewitt-Hanemann (1995)	ST	Denton (USA)	D/C	-1,63
Renwick-Archibald (1997)	ST	Santa-Barbara (USA)	DMC	-0,33

¹: CT pour coupe transversale et ST pour série temporelle.

²: VI (variables instrumentales), ES (pour équations simultanées), D/C (modèle à choix discret/continu),

²: MCO (Moindres Carrés Ordinaires), MCG (Moindres Carrés Généralisés)

²: DMC (Doubles Moindres carrés).

* : Tarification par bloc croissante et décroissante.

** : Court terme / long terme.

La théorie du consommateur, basée sur le principe d'égalisation du surplus marginal au coût marginal conduit à préférer le prix marginal plutôt que le prix moyen comme variable de prix dans la fonction de demande. Cependant, une des caractéristiques importantes de la tarification de la demande résidentielle en eau aux Etats-Unis est que l'eau est vendue selon une tarification par blocs (croissante ou décroissante). Le consommateur ne fait pas face à un prix unique mais à un barème composé d'une charge fixe et de prix marginaux différents selon les niveaux de consommation. La contrainte de budget est donc non linéaire. Il s'en suit que la demande d'un bien dans le cas d'une tarification par blocs est non linéaire et non différentiable. La non différentiabilité de la fonction de demande provient du fait que, dans le cas d'une tarification par blocs croissante, des consommateurs peuvent se situer sur une même borne, commune à deux blocs, alors qu'ils ont des dispositions marginales à payer différentes. L'analyse est compliquée par le fait que les consommateurs ne réagissent pas nécessairement aux modifications du même prix.

⁷ Nauges et al. (2001).

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Le calcul de maximisation d'un consommateur du premier bloc a peu de chances d'être influencé par une modification du prix du dernier bloc. Pour Opulach (1982), Shin (1985) et Chicoine et Ramamurthy (1986), la question de l'information possédée par les usagers est plus empirique que théorique. Opulach (1985) propose une méthode pour tester à quel type de prix le ménage est plutôt sensible. Sur la base de cette méthode, Chicoine et al. (1986) concluent que les ménages semblent plutôt réagir au prix moyen. Nauges et Thomas (1999) montrent avec le même test qu'aucun des deux prix ne peut être rejeté. Shin (1985), adversaire de l'hypothèse d'information parfaite, propose un test de perception du prix. En utilisant cette technique, Nieswiadomy et Molina (1989) montrent que les prix perçus diffèrent selon le type de tarification adapté.

Aucun économiste durant les années 1980, n'intègre la totalité de la structure tarifaire dans la fonction de demande. D'après Taylor (1975), la plupart des modèles proposés incluent le prix marginal correspondant au prix de la dernière classe et/ou le prix moyen. Afin de tenir compte de la structure tarifaire intra-marginale, Nordin (1976) propose d'introduire une «variable différence» correspondant à la différence entre ce que le consommateur paie réellement et ce qu'il aurait dû payer si toutes les unités avaient été facturées au prix marginal de la dernière unité consommée. Positive dans le cas d'une tarification par blocs croissante et négative sinon, cette variable mesure un effet revenu contenu dans la structure tarifaire : son coefficient doit donc être identique à celui du revenu mais de signe opposé. Bien que cette formalisation ait été largement utilisée⁸, Seuls Schefter et David (1985) ont vérifié ce résultat sur des données simulées.

- **Les avancées en termes de méthodes économétriques**

Un second point largement abordé dans la littérature de la demande domestique en eau est celui des méthodes économétriques qu'il faudrait appliquer. Les auteurs des premières études s'en tiennent toujours à l'utilisation de la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO), pour l'estimation des fonctions de demande⁹, mais très vite s'est posé le problème de l'endogénéité des régresseurs lorsque l'on utilise le prix moyen comme variable explicative.

⁸ Voir Billings et Agthe (1980), Foster et Beattie (1981) et Howe (1982)

⁹ Voir Billings et Agthe (1980), Schefter et David (1985) et Howe (1982), Chicoine et Ramamurthy (1986) et Schefter (1987).

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

La condition d'orthogonalité entre les régresseurs et le terme d'erreur n'est en effet pas vérifiée puisque la consommation totale d'eau apparaît des deux côtés de l'équation. Le biais de simultanéité conduit alors à des estimations biaisées des coefficients de la fonction de demande. Au cours des années quatre-vingt, les techniques instrumentales sont de plus en plus utilisées pour corriger l'endogénéité des variables de prix (Nieswiadomy et Molina (1989)). L'endogénéité du prix moyen provient du fait que celui-ci est construit en rapportant le montant global de la facture à la quantité d'eau potable consommée. La consommation d'eau potable est alors indirectement présente des deux côtés de l'équation, ce qui peut causer un biais dit de simultanéité. Le prix marginal peut être également source d'endogénéité dans le modèle de demande. Si l'utilisateur est soumis à une tarification progressive ou dégressive, le prix marginal qu'il acquitte dépend de la tranche de consommation dans laquelle il décide de se situer. Le prix est alors fonction de son niveau de consommation et n'est donc pas exogène. L'utilisation de Variables Instrumentales (VI) permet de corriger ce biais. Jones et Morris (1984) ainsi que Nieswiadomy et Molina (1989) utilisent cette technique d'estimation. Toutefois, les MCO et les VI ne permettent pas d'expliquer le choix du bloc par les consommateurs et supposent implicitement que leur réponse à une modification du prix est identique quel que soit le bloc considéré. Moffit (1990) souligne en outre que ces techniques négligent totalement le cas des consommateurs situés aux bornes des blocs de tarification. Il faut attendre les années 1990, pour disposer d'une spécification correcte du comportement d'un consommateur face à une tarification par blocs.

Les modèles à choix discret/continu sont en effet apparus dans les estimations des fonctions de demande en eau au cours des années quatre vingt dix¹⁰. Ces modèles reposent sur les travaux de Burtless et Hausman (1978) relatifs à l'impôt progressif sur le revenu ainsi que sur ce de Moffit (1986, 1990) et nécessitent une optimisation en deux étapes : dans un premier temps, le consommateur choisit le niveau optimal de consommation dans chacun des blocs puis, dans un deuxième temps, le bloc lui procurant une utilité maximale. Cette procédure nécessite alors une estimation par maximum de vraisemblance (EMV). Si cette spécification permet de résoudre le problème de la non linéarité de la fonction de demande, certains problèmes persistent cependant, la vraisemblance peut, par exemple, ne pas être globalement différentiable d'où des difficultés lors de sa maximisation.

¹⁰ Voir Hewitt et Hanemann (1995).

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

B - Les principales études en Europe Occidentale

En France et de manière plus générale en Europe, ce n'est qu'au cours de la dernière décennie qu'ils ont commencé à prendre conscience de l'importance de la demande dans une optique de gestion intégrée de la ressource. La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement, tenue à Rio de Janeiro en juin 1992, avait souligné l'importance d'une mise en œuvre des décisions relatives à la répartition de l'eau par une gestion de la demande, l'application des mécanismes des prix et la mise en place de mesures de réglementation. C'est à partir de cette date que l'on a vu apparaître les premières estimations de fonctions de demande en eau résidentielle (cf. Tableau 3.3).

Tableau 3.3 : Principales études sur la demande domestique en eau potable en Europe

Auteurs	Données ¹	Région	Méthodes ²	Elasticité-prix
Hanke et de Maré (1982)	ST	Malmö (Suède)	MCO	-0,15
Point (1993)	CT	Gironde France	MCO	-0,17
Boistard (1993)	CT-ST	France	MCO	-0,20 à -0,10* -0,35 à -0,25**
Hansen (1996)	ST	Copenhague (Danemark)	MCO	-0,10
CREDOC (1997)	CT	France	MCG	-0,12 (1989) -0,31 (1995)
Höglund (1997)	CT-ST	Suède	PANEL	-0,20
Nauges et Thomas (2000)	CT-ST	Moselle (France)	PANEL	-0,21
Nauges et Reynaud (2001)	CT-ST	Moselle et Gironde (France)	PANEL	-0,22 et - 0,08
Reynaud (2008)	CT-ST	Midi-Pyrénées (France)	PANEL	-0,15 ^P -0,12 ^C

¹: CT pour coupe transversale et ST pour série temporelle.

²: MCO (Moindres Carrés Ordinaires), MCG (Moindres Carrés Généralisés)

* : élasticité de court terme (2 à 3 ans)

** : élasticité de long terme (5 à 10 ans)

^P: période de pointe (correspond à l'été),

^C: période creuse (correspond au reste de l'année).

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Les années quatre vingt et quatre vingt dix virent se développer de nombreux travaux sur la demande domestique en eau, avec un intérêt marqué pour l'analyse économique et les méthodes économétriques (Billings (1982), Schefter et David (1985), Nieswiadomy et Molina (1989), Point (1993), Hansen (1996), Agthe et Billings (1996), Nauges (1999) et Reynaud (2000)), ont insisté sur des aspects nouveaux de la consommation domestique, notamment l'adoption par les ménages d'équipements économes en eau ou encore les conséquences en termes de bien être des politiques de régulation. Par ailleurs, le champ géographique couvert s'est progressivement élargi, aux pays européens, notamment la France, la Suède, le Danemark et l'Espagne. Les années quatre vingt dix sont marquées par une évolution des études sur la demande en eau. Les recherches les plus récentes s'intéressent à de nouveaux aspects de la consommation en eau potable tels que la possible complémentarité entre eau et énergie (Hansen (1996)), le choix d'équipement des ménages en appareils utilisateurs d'eau et les conséquences en termes de bien être des politiques de régulation envisagées.

L'étude de Hanke et de Maré (1982) compte parmi les études pionnières en matière d'estimation de demande résidentielle d'eau potable en Europe. L'élasticité prix calculée à partir de données individuelles de consommation à Malmö (Suède), est de -0,15, paraît cohérente avec le reste de la littérature. Toutefois, l'utilisation de la méthode des MCO laisse quelques doutes concernant la validité des estimations. Au Danemark, où environ 70% de l'eau est chauffée, Hansen (1996) introduit dans les variables explicatives le prix de l'énergie. Höglund (1997) fait partie, à notre connaissance des premiers auteurs à avoir utilisé des techniques de panel pour estimer un modèle de demande bien que plusieurs auteurs disposent de données en double dimension, à la fois individuelle et temporelle.

En France, les seuls travaux publiquement diffusés sur la demande en eau résidentielle sont ceux de Boistard (1993), de Point (1993) du CREDOC (1997), Nauges et Thomas (2000), Nauges et Reynaud (2001) et Reynaud (2008). Boistard (1993) utilise un panel national de 500 services de distribution d'eau potable pour lesquels sont observés la consommation moyenne annuelle par équivalent habitant permanent et le prix moyen pour une consommation de 100m^3 pour les années 1975, 1980, 1985, et 1990. À la différence de la littérature existante, Boistard ne propose pas de modèle explicatif de la consommation mais un calcul d'élasticité directement basé sur les seules évolutions des prix et des consommations

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

(Tableau 3.3). La principale limite de ce travail, inhérente aux difficultés de collecte de l'information, est la non prise en compte de variables socio-économiques autres que le prix pour expliquer l'évolution de la consommation.

De façon générale dans les articles portant sur l'estimation de la demande en eau potable, la fonction de demande est spécifiée sans qu'aucune référence ne soit faite à la théorie du consommateur. Le plus souvent choisie linéaire dans les paramètres, elle exprime la consommation en eau potable comme une fonction du prix de l'eau, du revenu et de variables de type socio-économiques et climatiques. À l'exception des travaux menés par Hansen (1996), où le prix de l'énergie est introduit dans la fonction de demande en eau, le prix de l'eau est considéré comme le seul prix influençant la consommation en eau potable.

L'objectif essentiel de la totalité de ces études est d'estimer l'élasticité prix et revenu et l'intérêt est plus marqué pour les méthodes économétriques que pour l'adéquation à la théorie. Pourtant, les techniques d'estimation utilisées varient d'une étude à l'autre. La méthode des MCO est largement dépassée aux profits des techniques instrumentales, corrigeant le biais éventuel de simultanéité causé par la variable de prix. On note que les méthodes économétriques de panel ont été très rarement utilisées (La première fois était par Høglund 1997 à notre connaissance).

Le cas de la variable de prix a été largement débattu. La complexité des systèmes de tarification de l'eau pose la délicate question du prix à introduire dans le modèle de demande à savoir : prix marginal, prix moyen, ou barème du tarif complet. La théorie préconise le choix du prix marginal mais il semble que les usagers possèdent rarement une information complète sur le barème tarifaire. Il est possible, comme le proposent Opaluch (1982) et Shin (1985), de tester à quelle variable de prix est plutôt sensible le consommateur.

Toutes ces études ont beaucoup insisté sur l'endogénéité de la variable de prix moyen. Le prix moyen peut avoir un caractère endogène car il est calculé comme le rapport entre le montant global de la facture et le volume consommé. La consommation d'eau se retrouve donc « indirectement » dans les deux côtés de l'équation, pouvant conduire forcément à un biais dit de simultanéité. Aucun de ces travaux ne mentionne d'autres sources éventuelles

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

d'endogénéité de la variable de prix alors que le prix de l'eau a un statut différent des autres prix. Il n'est pas le résultat de la confrontation d'une offre et d'une demande. Il est souvent déterminé sur un périmètre local, en fonction des coûts d'exploitation et d'investissement du service de distribution de l'eau. Si l'étude de la demande en eau est menée au niveau du ménage ou de l'abonné, le prix peut être exogène mais si on modélise la demande en eau d'une commune par exemple, l'exogénéité de la variable de prix est remise en cause. Cette question est pertinente lorsque l'on travaille sur des données agrégées, ce qui est le cas le plus fréquent dans l'étude de la demande en eau potable.

Les études précitées s'accordent sur la sensibilité réelle mais relativement faible des usagers domestiques au prix de l'eau. Les chiffres de l'élasticité-prix varient, dans la grande majorité, entre -0,10 et -0,70. L'eau apparaît donc comme un bien normal à demande inélastique. L'élasticité-prix estimée diffère d'une étude à l'autre, parfois dans des proportions importantes. L'étude de l'INRA en France confirme ces conclusions. Une augmentation de 10% du prix moyen de l'eau, seule variable visualisable par le consommateur a fait baisser la consommation d'eau potable entre 0,8 % et 2,2 % dans deux départements français. Cela, s'explique par une élasticité-prix relativement faible en France et recommande que toute politique tarifaire visant à réduire la consommation d'eau s'accompagne d'une campagne d'information. Il est donc nécessaire de compléter les études menées en France sur l'estimation de la demande en eau potable, par celles menées en Afrique, et en particulier en Algérie. À notre connaissance, la seule étude qui traite ce volet de demande domestique en eau potable est celle de la tarification de l'eau à usage industriel et domestique réalisée par: (SOGREAH, juin, 2003) à la demande du Ministère des Ressources en Eau.

Le choix de la méthode d'estimation est fondamental car, comme on l'a déjà souligné, l'intérêt premier de ces études est souvent l'estimation d'élasticité-prix et revenu. Si ces chiffres sont utilisés par la suite pour orienter une politique locale ou nationale de gestion de la ressource en eau, il faut faire en sorte d'éviter tout biais dans l'estimation des coefficients du modèle. L'élasticité-prix servira à prévoir l'impact de toute politique de prix sur la ressource elle-même, les finances des services d'eau et le bien-être des consommateurs.

3.3 Modélisation de la demande domestique en eau potable

A - Spécification de la fonction de demande domestique en eau et les variables retenues sur la période en question (2004 – 2007)

On fait l'hypothèse de séparabilité¹¹ entre l'eau potable et tous les autres biens de consommation, ce qui nous permet de supposer que la demande en bien eau s'exprime exclusivement comme une fonction du prix de l'eau, du revenu de l'agent et de ses caractéristiques :

$$Q_i = f(PQ, R_i, Z_i) \quad (3.1)$$

où Q_i représente la quantité d'eau consommée par l'utilisateur i , Z_i un vecteur résumant certaines caractéristiques représentant ses goûts, PQ le prix du bien eau, et le revenu de l'utilisateur, R_i . On choisit pour la fonction de demande, une forme fonctionnelle flexible, linéaire dans les paramètres. On adopte la forme log-log car elle permet une lecture directe des élasticité-prix et revenu. Cette demande peut également s'écrire sous la forme linéaire suivante :

$$Q_i = P_Q^b \cdot R_i^c \cdot Z_i^d \quad (3.2)$$

où le coefficient $b < 0$, $c > 0$ et d indifférent, b et c représentant respectivement les élasticité-prix et revenu de la demande¹², on peut approcher la fonction par une forme log-log, en passant les éléments de l'équation (3.2) ci-dessus sous forme logarithmique qui constitue, en fait, une approximation en premier ordre de la demande décrite ci-dessus sous la forme¹³ (3.1) :

¹¹ Par l'hypothèse de séparabilité hicksienne, on a isolé le bien "eau" de tous les autres biens, ce qui nous permet de n'estimer qu'une équation de demande et non un système de demande.

¹² En effet, si l'élasticité-prix de la demande s'écrit : $\varepsilon_{Q_1, P_Q} = \frac{\partial Q_1}{\partial p_Q} \times \frac{P_Q}{Q_1}$, alors, ici,

$\varepsilon_{Q_1, P_Q} = (ab \cdot p_Q^{b-1} R_1^c Z_1^d) \cdot \frac{P_Q}{Q_1} = \frac{ab \cdot p_Q^{b-1} R_1^c Z_1^d}{a \cdot p_Q^{b-1} R_1^c Z_1^d} = b$. On peut faire le même raisonnement pour le revenu et son

élasticité.

¹³ Il convient de mentionner, toutefois, qu'il n'existe aucune forme de fonction d'utilité directe qui conduise à une fonction de demande telle celle décrite par l'équation (3.1). Cependant, on peut définir une fonction d'utilité

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

$$l_n Q_i = b l_n P_Q + c l_n R_i + d l_n Z_i \quad (3.3)$$

Cette spécification de la fonction de demande est couramment utilisée et suppose des élasticités-prix et revenu constantes. On a en effet.

Il est possible de déduire de l'équation (3.3) ci-dessous $\frac{\partial l_n Q_i}{\partial l_n P_Q} = b$ et, également,

$\frac{\partial l_n Q_i}{\partial l_n R_i} = c$, soient, respectivement, les élasticités-prix et revenu de la demande en eau du consommateur i .

La fonction de demande résidentielle algérienne en eau, pour chaque individu i , prendra, dans notre interprétation, la forme logarithmique suivante :

$$\begin{aligned} Cons = & b_1 Prix + b_2 T_x _ Salaire (Revenu) + b_3 Diff \\ & + b_4 Jours + b_5 Heures + b_6 Rapport _ C aclo 2 \\ & + b_7 Rapport _ naclo + b_9 Pr op1 - 4 \end{aligned} \quad (3.4)$$

On dispose de données très précises sur les variables qu'on retienne dans notre fonction de demande en eau potable lors de l'estimation :

- **Consommation** comptabilisée en mètres cubes par trimestre et par abonné(Cons) ;
- **Le prix**, pour lequel on a souligné dans le paragraphe précédent le risque d'endogénéité ;
- **Le revenu**, dont l'impact significativement positif sur la consommation domestique d'eau potable a été mis plusieurs fois en évidence. Les ménages à revenu plus élevé possèdent en général plus d'équipements de confort à l'intérieur (équipements sanitaires, électro-ménagers) et à l'extérieur de leur logement (jardin, piscine par exemple) ;
- **La composition du ménage**, à la fois par le nombre de ses membres, leur âge et leur occupation (qui détermine le temps de présence dans le logement), est à considérer notamment lorsque l'on étudie la consommation au niveau du ménage ;

indirecte $V(p, R)$ qui conduise à ce type de fonction de demande, Burtless et Hausman (1978). Ainsi, il existe bien un système sous-jacent de préférences conduisant une fonction de demande log-log.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

- **Le taux de salaire**, (incluant les charges salariales) exprimé en Dinars/trimestre est obtenu en sommant les parts de coût pour les trois catégories suivantes : cadres, agents d'exécution et agents de maîtrise ;

- **La variable différence**, construite à partir des quatre (4) tranches de la catégorie ménages. Cette "variable différence" correspond à la différence entre ce que le consommateur aurait payé si toutes les unités avaient été facturées au prix de la dernière unité consommée et ce qu'il paie réellement. Cette conséquence théorique donne naissance à une série d'études notamment celles de Billings et Agthe (1980), Foster et Beattie (1981) et Howe (1982) afin de tester de sa véracité, mais à ce jour seuls Shefter et David (1985) ont réussi à vérifier empiriquement cette affirmation en utilisant des données simulées ;

- **Le coût des produits chimiques**, composé de plusieurs parts de coût regroupant des produits utilisés divers (Calcium, Sodium, charbon, sulfate d'alumine, chlore et chaux, etc.) (qui détermine la qualité de l'eau distribuée), est à considérer notamment lorsque l'on étudie la consommation au niveau du ménage.

- **Proportion des tranches par rapport à la catégorie ménage**, est à prendre en compte surtout si on étudie la consommation au niveau de chaque tranche ;

- **La densité de population desservie**, peut avoir un impact sur la consommation d'eau potable ;

- **La fréquence et les plages horaires de distribution d'AEP** (*Jours et Heures*) peuvent avoir une influence significative sur la consommation d'eau potable.

Nous allons, dans ce qui va suivre, développer chacun de ces éléments retenus dans le cadre de l'étude de la demande en eau domestique des réseaux publics algériens, en les classant en quatre grands groupes principaux : le tarif, (le revenu, taux de salaire, variable différence), produits chimiques et les variables techniques (fréquences et plages horaires de distribution), en commençant par l'analyse de la variable endogène, la demande via la consommation d'eau.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

B - La variable de consommation en eau

Nous allons nous intéresser, ici donc, aux consommations des foyers algériens, que nous avons également nommées, « consommation résidentielle ». La variable de consommation utilisée est la consommation trimestrielle moyenne d'un abonné (m^3 /trimestre /abonné) : CONS. Pour chaque commune de l'échantillon, elle est calculée en divisant le volume total d'eau potable facturé aux usagers domestiques par le nombre de ces usagers. Celle-ci est en forte baisse depuis 2000, la consommation moyenne des habitants des communes gérées par les établissements (ADE) s'élève à environ 80 litres par jour et par habitant (l/j/habitant), toutes catégories confondues. La consommation moyenne des ménages s'élève à 55 l/j/hab. Il s'agit d'une moyenne nationale qui recouvre de larges disparités géographiques et d'importantes variations saisonnières et annuelles, ainsi en fonctions des ressources en eau disponibles. En résumé, une faible consommation d'eau de 80 l/j/hab, dont 55 l/j/hab de consommation domestique.

C - Le choix de la variable de prix

La question du prix est soulevée dans la plupart des études sur la demande en eau potable. Des désaccords sont nés entre les auteurs qui préfèrent l'introduction du prix marginal comme variable dans la fonction de demande, et ce qui rejettent l'hypothèse d'information complète du consommateur qui, selon eux, l'utilisateur ne connaît que le prix moyen de l'eau potable. Le prix marginal diffère du prix moyen lorsque les usagers font face à un prix binôme (charge fixe indépendante du volume consommé plus prix unitaire constant quel que soit le nombre d'unités consommées) ou à une structure tarifaire avec des prix différenciés selon les niveaux de consommation. Ces tarifications sont couramment pratiquées par les services d'eau. Selon la théorie, le consommateur choisit les quantités optimales de biens à partir de l'observation des prix marginaux. Plusieurs auteurs ont pourtant préféré introduire le prix moyen car, selon eux, l'utilisateur domestique connaît le montant de sa facture et volume consommé que le prix marginal de l'eau.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

La spécification du prix dans la fonction de demande a suscité de nombreux débats entre les auteurs et a constitué un domaine d'étude important pendant les années 80. Selon quelques économistes tels que : Opaluch (1982), Shin (1985) et Chicoine et Ramamurthy (1986), la question de l'information possédée par les usagers est plus empirique que théorique. Il semble que le consommateur connaîtra d'autant mieux le barème tarifaire que sa facture d'eau représente une part importante dans son budget. Opaluch (1982) propose une méthode pour tester à quelle variable de prix est plutôt sensible l'utilisateur domestique. L'idée de ce test est de décomposer la variable de prix moyen en deux variables : la variable du prix marginal et la seconde variable qui est la différence entre le prix moyen et le prix marginal. Par des tests sur les coefficients associés à ces variables, on peut savoir si le consommateur réagit aux prix moyen, au prix marginal, au deux ou bien à aucun des deux. Chicoine, Deller, et Ramamurthy (1986) testent la sensibilité au prix des consommateurs de l'Illinois (USA) par la méthode proposée par Opaluch. Ils concluent que les usagers ne sont pas complètement informés sur le barème de prix et qu'ils semblent réagir plutôt au prix moyen, comme l'affirment Foster et Beattie (1981).

L'objet de désaccord est le type de prix à inclure dans la fonction. Les uns, faisant l'hypothèse d'information parfaite des consommateurs, préconisent l'utilisation du prix marginal (le prix de la dernière unité consommée). Les autres rejetant cette hypothèse, prônent l'introduction du prix moyen (montant de la facture divisé par le volume consommé). L'hypothèse d'une information parfaite des consommateurs impose de tenir compte dans la fonction de demande de la totalité du barème du prix (l'abonnement et les prix au sein de chaque tranche). Cette hypothèse a été largement critiquée. Shin (1985) rejette l'hypothèse d'information parfaite des consommateurs pour deux raisons. La première raison est que les tarifs auxquels sont confrontés les consommateurs sont totalement complexes. Les coûts d'acquisition d'une information précise peuvent être élevés si le consommateur connaît le prix moyen ou le prix marginal correspondant à sa consommation plutôt que le barème complet. La deuxième raison est que même si un consommateur "sophistiqué" est capable de déduire les changements des prix marginaux en observant les variations de sa facture totale et de ses quantités consommées, il sur-estimera ou sous-estimera le prix marginal s'il change de classe pendant la période. Shin (1985) a créé un modèle de perception du prix, qui permet de tester si le consommateur réagit au prix marginal, au prix moyen ou à une combinaison des deux. Cet auteur suppose que le consommateur va s'informer jusqu'à ce que le coût marginal

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

d'acquisition de l'information soit égal au bénéfice marginal qu'il en retire. " Le prix perçu" (P^*) s'écrit comme une fonction du prix moyen (PM), du prix marginal (Pm) et d'un paramètre de perception k selon la relation $P^* = Pm(PM / Pm)^k$. Nieswiadomy et Molina (1989) ont utilisé cette technique sur des données mensuelles de la ville Denton (USA). Ils montrent que les prix perçus diffèrent selon le type de tarifs adopté. Les consommateurs semblent réagir aux prix marginal lorsqu'ils font face à des tarifications progressives et au prix moyen si la tarification est dégressive.

Le prix moyen pose problème d'endogénéité car il est calculé comme le rapport entre le montant global de la facture et le volume consommé. La consommation d'eau se retrouve donc indirectement dans les deux côtés de l'équation, pouvant causer un biais de simultanéité. On sait que le prix de l'eau a un statut différent des autres prix. Il n'est pas le résultat de la confrontation d'une offre et d'une demande. Il est souvent déterminé en fonction des coûts d'exploitation et d'investissement du service de distribution de l'eau. L'entreprise des Eaux seule fixe le prix de l'eau, il est probable que le prix dépendra de caractéristiques propres à ses coûts d'exploitation et d'investissement du service de l'eau. Si ces caractéristiques sont des déterminants de la consommation d'eau potable sur l'entreprise, le prix prendra un caractère endogène. Pour finir, il est reconnu que le prix moyen, défini comme le total de la facture rapporté aux mètres cube consommé, est souvent la seule information que possèdent les usagers. Par conséquent, c'est la variable que nous retenons.

D - Le revenu

Le revenu, dont l'impact significativement positif sur la consommation domestique d'eau potable a été mis plusieurs fois en évidence. Les ménages qui ont un revenu élevé possèdent plus d'équipements de confort à l'intérieur de leur logement (équipements sanitaires, électro-ménagers) et à l'extérieur de leur logement (jardin, piscine par exemple), pour conclure, la variable revenu est bien corrélée positivement avec celle de consommation.

Comme, il n'est pas possible d'obtenir des données sur le revenu réel des individus à un niveau régional. C'est pour cette raison que nous serons obligé d'utiliser des données relatives à la rémunération des salariés concernant le personnel des agences de l'eau sur la période d'étude.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

Nous avons construit une variable appelée "taux de salaire" exprimé en Dinars/trimestre est obtenu en sommant les parts de coût pour les trois catégories (cadres, agents d'exécution et agents de maîtrise), et l'effectif correspondants. Puis, s'est avéré que cette variable n'est pas significative lors de l'estimation de notre fonction de demande, ce qui nous amène à la faire remplacer par la « **variable différence** » que nous l'avons mentionnée précédemment. La variable différence a pour objectif de représenter l'effet revenu inhérent à ce type de tarification, une tarification progressive étant comparée à une subvention sur les premières unités consommées alors que la tarification dégressive s'analyse comme une taxe. En conséquence, le coefficient affectant la variable différence devrait être de signe opposé et de magnitude équivalente au coefficient du revenu (Nauges, 1999). À l'exception du travail de Schefter et David (1985) sur données simulées, cette dernière affirmation n'a jamais été vérifiée. Le manque d'information de l'utilisateur sur le barème tarifaire et la part faible du montant de cette variable "différence" dans le revenu du consommateur sont les raisons invoquées par Nieswiadomy et Molina (1989).

E - les produits de traitements

La qualité de l'eau distribuée revêt d'un intérêt primordial pour l'organisme de gestion « Algérienne des Eaux (ADE) », à ce titre un suivi quotidien est assuré au niveau de tous les centres de distribution d'eau, afin d'assurer une eau potable, et pour maîtriser ce volet d'exploitation très sensible, l'ADE possède des laboratoires de surveillance de la qualité de l'eau au niveau de chaque unité de production et de distribution dont le personnel intervient régulièrement en étudiant les échantillons d'eau pour apporter son soutien aux équipes d'interventions. Toutes les eaux produites subissent un traitement par les différents produits suivants : hypochlorite de calcium, de sodium du chlore...etc. Des échantillons d'eau sont prélevés analysés sur place et acheminés vers le laboratoire pour plus de précision si cela est nécessaire, plus de 600 tests de chlore sont effectués en général par mois dans toutes les unités de distribution d'AEP.

F - Les variables techniques

Nous disposons également de variables capturant l'hétérogénéité des réseaux d'AEP. Nous considérons, la fréquence et les plages horaires de distribution (*Jours* et *Heures*). Ces variables sont exprimées en jours par semaine et en heures par jour respectivement, et permettent de caractériser la qualité du service de distribution d'AEP. On s'intéresse ici aux fréquences hebdomadaires et plages horaires de distribution, à travers les différentes communes de l'échantillon qui seront notamment utilisées comme variables explicatives dans la fonction de demande. Elles ont été observées pour chaque commune de l'échantillon, et se répartissent de façon hétérogène entre ces communes, avec des variations temporelles parfois non négligeables. Ces fréquences sont alimentées à des niveaux différents selon la disponibilité de la ressource, et l'état du réseau de distribution, avec des plages horaires et fréquences hebdomadaires telles que : 24 h/24, 8h /jour, quotidien, 1jour/2, 1 jour/3, 7 jours/7, etc. L'objectif des responsables du secteur de l'AEP est de parvenir à un service permanent (7jours/7, 24 heures/24) se heurte dans la pratique à la disponibilité de la ressource, mais également à des considérations de coût de distribution que notre analyse cherche à identifier. Les fréquences de distribution d'AEP seront par conséquent introduites comme variables explicatives dans la fonction de demande, afin d'évaluer leur influence, en particulier sur la qualité du service d'alimentation en eau potable.

3.3 Les déterminants de la demande domestique¹⁴

En supposant que les usagers sont rationnels dans leur choix de consommation, la fonction de demande domestique en eau s'obtient par maximisation de l'utilité retirée de bien eau sous la contrainte budgétaire. Un consensus entre les économistes semble se dégager concernant les déterminants de la demande domestique qui résultent de ce comportement de maximisation. Il est tout d'abord clair que le prix ou, de manière plus générale, la facturation du service de l'eau et de l'assainissement conditionne les choix des usagers domestiques. Ainsi la structure tarifaire, la périodicité de la facturation doivent entrer comme variables explicatives d'un modèle de demande. Le signe attendu associé à la variable de prix est

¹⁴ Nauges et al. (2001).

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

négalif, une augmentation des prix se traduisant par une réduction des niveaux de consommation.

La demande dépend également des caractéristiques des ménages étudiés. L'élasticité-revenu est dans la plupart des études, positive et significative, Hewitt et Haneman [1995] pour les États-Unis ou Point [1993] pour la France. D'autres variables, telles que la taille des ménages, l'âge et le niveau d'éducation du chef de famille semblent conditionner les consommations domestiques. Remarquons également que la structure de l'habitat doit être prise en compte, les besoins étant par exemple différents dans les zones urbanisées et les zones rurales. Les variables en général utilisées pour prendre en compte l'impact de l'habitat sont la surface habitable, les niveaux d'équipements électro-ménagers, l'âge des habitations, l'existence d'une piscine...etc. Finalement, dans les zones où les usages externes de l'eau sont importants, on doit intégrer dans les fonctions de demande des variables climatiques : les précipitations peuvent en effet être considérées comme un substitut de l'eau du réseau pour certains usages tels que l'arrosage ou le lavage des voitures. Les variables climatiques utilisées sont la température (effet positif), l'ensoleillement ou bien encore les précipitations (effet négatif).

La plupart des études retiennent les mêmes variables explicatives. Outre le prix et le revenu, Il est en effet couramment admis que des variables telles que les caractéristiques du ménage et de son environnement (logement, fréquence de distribution d'AEP et zone d'habitat) ont une influence sur la consommation domestique en eau. Plus exactement, les variables citées sont couramment incluses dans la fonction de demande.

Chapitre 3

Analyse de la demande domestique en eau : une revue de la littérature

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre introductif à la deuxième partie de cette thèse, on s'est intéressé à la demande domestique en eau potable. Après avoir étudié ces différentes caractéristiques, on a montré que la demande d'eau des usagers domestique résultait d'un comportement d'optimisation d'une fonction objectif sous un ensemble de contraintes. Les usagers domestiques maximisent leur utilité sous leur contrainte du budget. Dans ce cas, la quantité d'eau demandée est une fonction de l'ensemble des paramètres du programme de maximisation de l'agent : prix, revenu et d'autres caractéristiques du réseau pour un consommateur. Dans ce chapitre on a donc posé, les bases théoriques qui vont permettre d'estimer la demande domestique en eau potable pour l'échantillon étudié. C'est l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

4.1 Introduction

Le chapitre 3 a permis de poser les bases théoriques nécessaires à l'estimation d'une fonction de demande domestique en eau potable. On a montré notamment que la consommation en eau d'un usager domestique dépendait du revenu, de caractéristiques sociodémographiques, et du prix de l'eau.

Dans la section 4.2, on présente les méthodes économétriques employées pour estimer une fonction de demande domestique en eau potable pour le cas de l'Algérie. L'endogénéité de la variable prix ne peut être contrôlé que par l'emploi de méthodes économétriques de panel, que l'on présente en détail dans cette section. L'utilisation des données de panel nécessite, en effet, de recourir à des méthodes d'estimation spécifiques. On trouve ici la base de données sur laquelle repose l'étude. On s'attache dans la section 4.4, à identifier les déterminants de cette demande domestique en s'intéressant en particulier à la mesure des élasticités-prix et revenu. Ces informations permettront au gestionnaire de la ressource de préciser les effets de politiques tarifaires sur les comportements de consommation des usagers domestiques.

On conclut finalement ce chapitre par quelques enseignements en matière de politique économique qui peuvent être tirés de l'estimation de la fonction de demande domestique en eau potable en section 4.5.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

L'échantillon de données

La base de données dont nous disposons contient un ensemble de renseignements sur 91 communes de l'Algérie, observées sur la période 2004-2007. Outre des données sur les prix et la consommation d'eau potable dans ces communes, l'échantillon inclut également des variables du capital et techniques.

Ces 91 communes sont gérées par l'Algérienne des Eaux (ADE). Les différentes données ont été collectées essentiellement par cette entreprise. Nous disposons pour l'ensemble des communes de l'échantillon des données sur la période de 16 trimestres. Ceci nous donne une base de données de panel cylindrée de 1456 observations.

Les renseignements concernant la tarification pratiquée par les services d'eau ainsi que les volumes d'eau potable facturés aux usagers domestiques nous ont été communiqués par les différents établissements d'ADE. Le système tarifaire est le même pour l'ensemble des communes de l'étude du fait de la politique nationale des prix en vigueur dans le pays.

Les données de prix et de consommation

Dans toutes les communes de l'échantillon, une tarification de type binôme est appliquée. Les usagers s'acquittent du service de distribution via une charge fixe (ou abonnement), indépendante du volume global consommé, et paient ensuite un prix par mètre cube délivré (ce prix unitaire est le même quel que soit le volume facturé dans la tranche).

L'abonnement est calculé en fonction du diamètre du compteur et vise à couvrir les frais fixes du service. Le prix du mètre cube est le prix qui rémunère l'établissement de gestion (ADE), de la surtaxe (qui vise à rembourser des charges d'investissement engagées par l'entreprise). Pour le service assainissement, les usagers doivent s'acquitter d'une redevance afin d'assurer la couverture des charges d'entretien et d'exploitation des systèmes d'assainissement, le tarif d'assainissement est fixé à vingt pour cent (20%) du montant, hors taxes, de la consommation d'eau et ce, conformément à l'article 8 du décret n° 96-301 du 15 septembre 1996. La taxe sur la valeur ajoutée de 7% s'applique à l'ensemble de la facture (la TVA sur le tarif assainissement est au même titre que la consommation d'eau potable).

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

Les redevances économie de l'eau et protection de la qualité de l'eau sont fixées actuellement à 4 % pour les wilayas du Nord du pays et à la moitié 2 % pour les wilayas du Sud. Redevance au titre de la concession de la gestion des installations publiques de production, de transport et de distribution d'eau potable est appliquée à chaque mètre cube consommé. Elle est égale à 3 DA/m³. De manière générale, ces redevances sont justifiées pour corriger les externalités négatives engendrées par la consommation d'eau. En Algérie, les problèmes de qualité et de disponibilité de la ressource sont posés et augmenteront dans le futur. D'un point de vue économique, il est donc justifié que les consommateurs supportent le financement des actions de conservation (systèmes de surveillance et de protection des bassins¹) susceptibles de les réduire. Les produits de ces redevances sont collectées par les établissements publics de distribution d'eau ainsi que par les régies et services communaux de distribution d'eau, puis ils sont versés par lesdits organismes au compte spécial du Trésor intitulé « Fonds National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau ». Ces fonds sont principalement destinés à financer les actions mises en œuvre au niveau du Ministère des Ressources en Eau et des agences du bassin. En résumé, on dispose, pour la période d'étude 2004-2007, des renseignements suivants :

- **pour le service d'eau potable :**
- RFE Eau la redevance abonnement 240 DA/trimestre et selon la catégorie d'abonnés et le diamètre du compteur ;
- Redevances d'économie et qualité de l'eau 2% - 4%;
- Redevance de gestion 3 DA/m³ ;
- Redevance variable au forfait ;
- Taxe sur la valeur ajoutée TVA. 7%
- **pour le service assainissement :**
- Les redevances prélevées par les agences de l'eau (préservation des ressources et lutte contre la pollution);
- RFA Assainissement 60 DA/trimestre pour toutes les catégories ;
- Taxe sur la valeur ajoutée TVA. 7%

On conviendra dorénavant que le " prix de l'eau" inclut le prix du service de distribution et le prix du service d'assainissement. On supposera en effet, dans la suite de ce travail, que la

¹SOGREAH, juin 2003 "étude de la tarification de l'eau à usage domestique, industriel et de l'assainissement".

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

demande d'eau potable ne dépend pas du strict prix de l'eau potable, mais du prix total du service. Ces deux services constituent du point de vue du consommateur les deux composantes d'une même prestation, la facture d'assainissement étant directement assise sur la consommation d'eau potable. De plus, la distinction entre le coût des deux services n'apparaît pas toujours clairement sur la facture.

On dispose de données très précises sur les prix pratiqués au sein de chaque agence. À la fois le prix marginal et le prix moyen auxquels font face les usagers domestiques sont connus.

Le prix marginal est, par définition, le prix de la dernière unité consommée. Ici, le prix marginal est simplement le prix du mètre cube, sans prise en compte de la charge fixe. Le prix moyen est le prix par unité consommée, le montant de l'abonnement étant inclus.

Les renseignements fournis par l'Algérienne des Eaux concernent ensuite la consommation totale facturée, au sein de chaque agence, aux abonnés possédant un compteur de diamètre 15/21 mm. Tous les ménages possèdent ce type de compteur. Le nombre d'abonnés possédant un compteur de diamètre 15/21 est également fourni. On connaît ainsi, au sein de chaque commune et pour chaque trimestre de la période 2004-2007, la consommation moyenne d'un abonné possédant ce type du compteur (que l'on conviendra d'appeler pour simplifier "abonné domestique représentatif").

Dans un premier temps, on présente dans cette section, les méthodes économétriques employées pour estimer une fonction de demande résidentielle en eau potable, en retenant, ici, la définition du modèle d'après : (Régis Bourbonnais, 2002, P.2), un modèle n'est qu'une représentation schématique et partielle d'une réalité naturellement plus complexe. Toute la difficulté de la modélisation consiste à ne retenir que la ou les représentations intéressantes pour le problème que le modélisateur cherche à expliciter. Dans un second temps, nous présenterons les différents types de modèles économétriques.

4.2 Les méthodes économétriques de panel

On présente dans cette section l'avantage dans la collecte et le traitement des données statistiques, l'information à la disposition du modélisateur acquiert souvent une double dimension, une dimension temporelle, comme les modèles en série temporelle², et une dimension transversale (les individus ou entités statistiques), en coupe instantanée³. L'économétrie des données de panel constitue une branche de l'économétrie qui a connu un développement considérable depuis une trentaine d'années, et elle s'intéresse à la combinaison optimale de ces deux sources d'information⁴. On entend par "données de panel" l'observation d'un ensemble d'individus sur plusieurs périodes de temps. Ce type de données, qui combine une dimension spatiale et une dimension temporelle, est largement utilisé aujourd'hui car il présente de nombreux avantages⁵. Les principaux avantages de ce type de données résident dans les trois éléments suivants (Nauges, 1999) :

1. un échantillon à double dimension permet de contrôler la présence d'éléments d'hétérogénéité individuelle ou temporelle inobservables et qui peuvent être corrélés avec les variables explicatives du modèle. Les études en série temporelle ou en coupe transversale ne contrôlent pas cette hétérogénéité, ce qui peut conduire à des estimations biaisées.
2. les données de panel contiennent plus d'informations que les données en une seule dimension, ce qui induit une plus grande variabilité des données, un risque de multicolinéarité réduit, un plus grand nombre de degré de liberté et donc améliore l'efficacité des estimations.
3. les données de panel permettent également de mieux appréhender les dynamiques d'ajustement. Lorsque l'on étudie le chômage dans une population, des données en série temporelle nous permettent d'estimer la proportion de la population sans emploi à une date donnée. Seules des données de panel nous renseignent sur la durée ou la sortie du chômage des individus. On peut par exemple mesurer quelle proportion d'individus au chômage à une

² Où les variables observées à intervalles du temps réguliers.

³ Où les données sont observées au même instant, et concernent les valeurs prises par la variable pour un groupe d'individus spécifiques. On emploie le terme de « cross-section » également.

⁴ Ici, on regroupe les deux définitions précédentes, la variable représente les valeurs prises par un échantillon d'individus à intervalles réguliers.

⁵ Voir Hsiao, 1985, 1986 et Baltagi, 1995.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

date donnée est encore sans emploi à une autre date. Ce type de données est donc largement utilisé pour déterminer le caractère chronique ou transitoire de phénomènes tel que la pauvreté d'une population ou le chômage d'une catégorie d'individus. Les données de panel sont également indispensables lorsque l'on souhaite estimer des relations intertemporelles, tels que des modèles de cycle de vie ou des modèles intergénérationnels.

L'estimation de la fonction de demande domestique en eau potable se fait sur la base d'un échantillon de 91 communes, $N = 91$, observé sur une période de 16 trimestres, $T = 16$. Ce type de données, qui comportent à la fois une dimension temporelle et individuelle, est connu sous le nom de "données de panel". Il est important de conserver, au moment de l'estimation, cette double dimension. En effet, il est ainsi possible de contrôler l'hétérogénéité individuelle, c'est-à-dire les différences entre individus persistantes sur la période et qui seraient inobservables sur des données en coupe transversales. Le modèle s'écrit de la façon suivante :

$$Y_{it} = X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

où :

- Y_{it} représente la consommation moyenne par abonné de l'entité $i, i = 1, \dots, N$ de trimestre $t, t = 1, \dots, T$,
- X_{it} le vecteur des variables connus pour chacun des trimestres sur la période (prix de l'eau, revenu, périodicité de la facture),
- β vecteur $(k \times 1)$ des coefficients associés respectivement aux variables qui varient et qui ne varient pas avec le temps,
- ε_{it} le terme d'erreur présent dans tout modèle de régression.

Si on fait l'hypothèse que le terme d'erreur ε_{it} n'est pas corrélé avec les variables explicatives et qu'il est indépendamment et identiquement distribué, d'espérance nulle, homoscédastique⁶ et tel que :

⁶ Ce qui signifie que la variance de l'erreur est constante, c'est-à-dire que le risque de l'amplitude de l'erreur est le même quelle que soit la période.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

$$E \begin{pmatrix} \varepsilon_{it} & \varepsilon_{i't'} \end{pmatrix} = \begin{cases} \sigma_\varepsilon^2 & \text{si } i=i' \text{ et } t=t' \\ 0 & \text{sinon,} \end{cases}$$

alors, dans ce cas, et sous l'hypothèse d'exogénéité des variables explicatives, l'équation (4.1) peut être estimée par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO), qui consiste à minimiser la somme des carrés des résidus. L'estimateur MCO du modèle est alors convergent et efficace. Cependant, il est reconnu que les conditions fortes permettant d'utiliser les MCO ont peu de chances d'être vérifiées dans le cas de données de panel. En particulier, dans le cas d'une hétérogénéité individuelle, les termes d'erreurs risquent d'être corrélés temporellement pour chaque individu, invalidant ainsi l'hypothèse $E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{i't'}) = 0 \forall i \neq i' \text{ ou } t \neq t'$. Dans les modèles de panel, il est alors courant de décomposer le terme d'erreur ε_{it} en un terme d'erreur individuel α_i et un terme d'erreur à double dimension η_{it} . Proposé initialement par Balestra et Nerlove (1966), l'introduction du terme α_i , constant tout au long de la période, permet de mettre en évidence un effet individuel qui ne serait éventuellement pas traduit par les variables explicatives du modèle. Le modèle qu'on étudie s'écrit finalement sous la forme :

$$Y_{it} = X_{it} \beta + \alpha_i + \eta_{it}. \quad (4.2)$$

Les méthodes d'estimation de l'équation (4.2) dépendent de façon cruciale de la manière dont est considéré le terme d'effet individuel et en particulier de la corrélation ou de la non corrélation de celui-ci avec les variables explicatives.

4.2.1 Modèle à effets fixes

Dans ce modèle, on suppose que l'influence des variables explicatives observées sur la variable expliquée est identique pour tous les individus et ce, quelle que soit la période considérée. La prise en compte des spécificités individuelles et temporelles se fait donc ici par l'introduction d'effets spécifiques aux individus et aux périodes, qui constituent autant de coefficients (appelés « effets fixes ») que l'on peut estimer.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

L'effet individuel certain α_i est supposé être un paramètre constant, fixé, et apparaît dans le modèle comme paramètre déterministe à estimer. Le modèle s'écrit dans ce cas :

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \eta_{it} \quad (4.3)$$

On suppose pour simplifier, qu'il n'y a pas d'effet temporel : le processus η_{it} est dit sans mémoire, puisque, pour chaque individu, il n'existe ainsi aucune corrélation entre le niveau présent du processus η_{it} et les réalisations passées. Pour étudier les propriétés des estimateurs du modèle à effets fixes, on fait l'hypothèse de la généralisation dans la dimension de panel de la définition d'un bruit blanc, mais, cependant, avec les hypothèses stochastiques suivantes : le terme d'erreur η_{it} et non corrélé avec les colonnes de (X, α) , de moyenne nulle et de variance constante σ_η^2 conditionnellement à X_i . Dans le cas où l'effet individuel est corrélé avec certaines variables exogènes, $E(\alpha_i | X_i) \neq 0$, les estimateurs des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) et des Moindres Carrés Généralisés (MCG) sont alors biaisés et non convergents. La technique habituelle pour surmonter ce problème consiste à appliquer l'opérateur Within⁷ aux données : les variables sont alors prises en différence par rapport à leur moyenne sur les T périodes. Cela permet d'éliminer de l'équation les termes d'effet individuel. L'équation transformée par l'opérateur Within devient :

$$Y_{it} - \bar{Y}_i = (X_{it} - \bar{X}_i)\beta + \eta_{it} - \bar{\eta}_i \quad (4.4)$$

L'estimateur des MCO sur le modèle transformé, que l'on nommera β^{within} , comme celui des MCG (β^{MCG}), est alors convergent. Il est référencé dans la littérature sous la terminologie d'estimateur des effets fixes ou estimateur Within.

⁷ L'opérateur Within permet d'obtenir à partir d'un vecteur de T lignes qui contient l'ensemble des observations, le vecteur de même dimension des fluctuations autour de la moyenne. En notant I_T la matrice

identité $(T \times T)$ et J_T la matrice $(T \times T)$ de uns, on a : $W = I_T - \frac{J_T}{T}$. L'opérateur Within W est idempotent, $W \times W = 0$ et orthogonal à tout vecteur invariant.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

L'opérateur Within élimine donc les effets individuels persistants, c'est-à-dire les différences permanentes qui existent entre les différents individus sur la période. Il privilégie donc l'information d'ordre temporel, transitoire. Cependant, le modèle (équation (4.4)) équivaut à introduire des variables muettes afin de prendre en compte l'effet spécifique propre à chaque individu. Il induit donc une perte de degrés de liberté qui peut nuire à la qualité de l'estimation. La propriété de convergence de cet estimateur ne s'obtient qu'au prix de deux contreparties. La première est que l'on ne peut pas estimer le vecteur des coefficients des variables qui ne varient pas dans le temps puisque celles-ci n'apparaissent plus dans l'équation (4.4). La deuxième est que cet estimateur n'est pas dans certaines circonstances entièrement efficace puisqu'il ignore les variations entre individus dans l'échantillon⁸. L'un des attraits essentiels de ce modèle réside alors dans la possibilité qu'il offre de mesurer l'effet de grandeurs inobservables sur la variable que l'on cherche à modéliser, dès lors que ces grandeurs inobservables sont stables dans le temps, ou communes à tous les individus. Toutefois, on conçoit bien que cette approche se justifie essentiellement dans la mesure où chaque individu nous intéresse en tant que tel. Si l'on se fixe, dorénavant, comme objectif, de chercher, par exemple, à prédire le coefficient d'élasticité-prix de la demande d'un individu quelconque, il est évident qu'une telle démarche n'est pas possible si le modèle comporte des effets spécifiques individuels fixes puisqu'alors le modèle ne permet pas de faire des prédictions hors échantillon. On préfère alors supposer que ces effets spécifiques sont aléatoires, et qu'il suffit de connaître leur distribution. On peut également considérer que les termes α_i soient supposés aléatoires et pris en compte au niveau du résidu, cela revient à estimer un modèle à effets aléatoires [Taylor 1980].

⁸ Ainsi, Hausman et Taylor [1981], ont-ils proposé une méthode par variable instrumentales permettant d'identifier tous les coefficients du modèle, Leur estimateur (HT) corrige l'endogénéité présente dans le modèle et prend en compte l'hétéroscédasticité inhérente aux modèles de panel. Amemiya et McCurdy [1986] ont également proposé un estimateur plus efficace (AM), amélioré ensuite par Breusch, Mizon et Schmidt [1989]. Si les différents instruments alors utilisés sont biens exogènes, alors l'estimateur BMS est plus efficace que l'estimateur AM, lui-même plus efficace que l'estimateur HT.

4.2.2 Modèle à effets aléatoires

Dans ce modèle, l'effet individuel n'est plus certain mais aléatoire. Le terme d'erreur est donc décomposé en la somme d'une perturbation individuelle α_i , fixe dans le temps, et d'un terme d'erreur habituel η_{it} . On fait les hypothèses stochastiques suivantes : les termes d'erreurs ne sont pas corrélés avec les variables explicatives, $E(\alpha_i | X_{it}) = 0$ et $E(\eta_{it} | X_{it}) = 0$, ils sont indépendants l'un de l'autre et l'on suppose de plus :

$$\alpha_i \sim N(0, \sigma_\alpha^2) \quad \text{et} \quad \eta_{it} \sim N(0, \sigma_\eta^2)$$

$$E(\alpha_i \alpha_j) = \begin{cases} \sigma_\alpha^2 & \text{si } i=j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$E(\eta_{it} \eta_{js}) = \begin{cases} \sigma_\eta^2 & \text{si } i=j \text{ et } t=s \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Plusieurs estimateurs peuvent être utilisés pour estimer le modèle : les estimateurs MCO, Between, Within ou MCG. Les estimateurs Between et Within consistent respectivement en l'application des MCO sur le modèle préalablement transformé par les opérateurs Between et Within. Dans le cas où toutes les hypothèses du modèle sont vérifiées (en particulier la non corrélation de l'erreur individuelle avec les variables explicatives $E(\alpha_i | X_i) = 0$), les quatre estimateurs sont sans biais mais l'estimateur des MCG est le plus efficace. C'est le seul estimateur qui utilise toute l'information contenue dans les observations et dans la matrice variance-covariance. L'estimateur des MCO ne prend pas en compte de l'hétéroscédasticité des résidus inhérente à des données de panel alors que les estimateurs Within et Between n'utilisent qu'une partie de l'information disponible, (les observations moyennes et les fluctuations autour de la moyenne respectivement).

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

L'estimateur des Moindres Carrés Généralisés peut facilement être obtenu en appliquant les MCO sur l'équation (4.2) au préalable transformée par la matrice $(W + \theta\beta)$ où W est l'opérateur Within, β l'opérateur Between et θ le scalaire $\sqrt{\sigma_\eta^2 / (\sigma_\eta^2 + T\sigma_\alpha^2)}$. Il requiert l'estimation préalable des paramètres σ_α^2 et σ_η^2 de la matrice variance-covariance. Des estimateurs convergents de ces paramètres peuvent être obtenus à partir des résidus des estimations Within et Between. L'estimateur des Moindres Carrés Quasi Généralisés (MCQG) ainsi obtenu est alors le meilleur estimateur sans biais. Il n'existe que si les conditions $N \geq K + 5$ et $T \geq 2$ sont vérifiées.

Le modèle contient des variables explicatives corrélées avec le terme individuel. Dans ce cas, l'estimateur Within reste convergent car la transformation Within élimine l'effet individuel source de la corrélation, mais l'estimateur MCG n'est pas convergent. Par conséquent, l'estimateur Within semble à privilégier. On revient plus en détail sur le cas de l'endogénéité de certaines variables explicatives dans le paragraphe suivant.

4.2.3 Tests de spécification d'Hausman

Le choix du modèle et des méthodes économétriques (effets aléatoires versus effets fixes) dépend de façon cruciale de l'hypothèse de non corrélation entre les variables explicatives (X_{it}) et le terme d'erreur individuel α_i .

Hausman [1978] propose de comparer l'estimateur des Moindres Carrés Généralisés β^{MCG} à l'estimateur Within β^{Within} pour tester l'hypothèse nulle $H_0: E(\alpha_i | X_{it}) = 0$ contre l'hypothèse alternative $H_1: E(\alpha_i | X_{it}) \neq 0$. Ce test repose sur les propriétés en petit échantillon de ces deux estimateurs. Sous H_0 on sait en effet que les deux estimateurs sont convergents et que β^{MCG} est le plus efficace. Sous l'hypothèse alternative, seul β^{Within} est un estimateur convergent, [Mundlak 1978]. Le test de spécification est alors naturellement basé sur la différence entre les deux variances. A partir du résultat suivant [Hausman (1978)] :

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

$V(\hat{\beta}^w - \hat{\beta}^{MCG}) = V(\hat{\beta}^w) - V(\hat{\beta}^{MCG})$. Plus précisément, la statistique de test Hausman s'écrit :

$$HT = (\hat{\beta}^w - \hat{\beta}^{MCG})' \left[V(\hat{\beta}^w) - V(\hat{\beta}^{MCG}) \right]^{-1} (\hat{\beta}^w - \hat{\beta}^{MCG}). \quad (4.5)$$

Cette statistique, sous l'hypothèse nulle d'exogénéité des régresseurs, suit un chi-deux à $(k-1)$ degrés de liberté. Si le test conclut à l'exogénéité des variables explicatives, on adapte le modèle à effets aléatoires dans lequel α_i est considéré comme un paramètre constant. L'estimation par MCG fournit dans ce cas des estimateurs efficaces et convergents. Si le test conduit à rejeter l'hypothèse nulle d'exogénéité des variables explicatives, le modèle à effets fixes peut être adopté. Les méthodes spécifiques de panel, *HT*, *AM* et *BMS* peuvent alors être utilisées pour identifier tous les paramètres du modèle.

Les méthodes d'estimations par variables instrumentales *HT*, *AM* et *BMS* supposent qu'un certain nombre de variables soit exogène : A^{HT} , A^{AM} et A^{BMS} . Des tests de spécification d'Hausman seront effectués pour vérifier ces hypothèses d'exogénéité et la validité des instruments choisis dans chaque cas.

L'estimateur Hausman et Taylor (HT)

Considérons le modèle qui contient des variables explicatives variant dans le temps et des variables indépendantes de la période. On indique par 1 les variables explicatives supposées a priori exogènes⁹ et par 2 celles considérées endogènes. On convient alors de partager les matrices X et Z de la façon suivante

$$X = [X1|X2] \text{ et } Z = [Z1|Z2]$$

Où X_1 est de taille $(NT \times k_1)$, et X_2 est $(NT \times k_2)$, Z_1 est $(NT \times g_1)$, et Z_2 $(NT \times g_2)$.

⁹ L'exogénéité supposée de certaines variables pourra être testée a posteriori au moyen d'un test de spécification d'Hausman, cf. paragraphe [4.2.3].

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

L'idée développée par Hausman et Taylor (1981) est de trouver des instruments indépendants du terme individuel. Ils proposent d'utiliser la matrice d'instruments suivante :

$$A^{HT} = [WX, X_1, Z_1] \quad (4.6)$$

Où WX est par construction non corrélé avec le terme individuel, tout comme X_1 et Z_1 sont exogènes par définition. L'intuition est que, puisque l'endogénéité provient de la relation entre α et certains régresseurs, tout terme indépendant de α sera forcément exogène, ce qui est le cas de WX. L'estimateur $\hat{\beta}^{HT}$ proposé par ces auteurs est le suivant :

$$\hat{\beta}^{HT} = (R' \Omega^{-1/2} P_{A^{HT}} \Omega^{-1/2} R)^{-1} (R' \Omega^{-1/2} P_{A^{HT}} \Omega^{-1/2} Y) \quad (4.7)$$

Où $R = [X, Z]$ est la matrice des variables explicatives, $P_{A^{HT}} = A^{HT} (A'^{HT} A^{HT})^{-1} A'^{HT}$ la matrice de projection associée aux variables instrumentales A^{HT} et $\Omega = E(\alpha + \eta)(\alpha + \eta)'$ la matrice de variance covariance. L'estimateur proposé par Hausman et Taylor (1981) corrige l'endogénéité présente dans le modèle et prend en compte l'hétéroscédasticité inhérente aux modèles de panel. Le modèle est identifié à condition que le nombre de variables exogènes qui varient dans le temps soit supérieur ou égal au nombre de variables endogènes invariantes dans le temps : $k_1 \geq g_2$ (Reynaud, 2000).

Amemiya et MaCurdy (1986), (AM), proposent d'utiliser de nouveaux instruments pour améliorer l'efficacité de l'estimateur HT. La validité de ces nouveaux instruments repose sur des hypothèses plus fortes que celles établies par Hausman et Taylor (1981). Amemiya et MaCurdy considèrent que la non corrélation est vraie à toutes les périodes. Autrement dit, sous l'hypothèse que $X_{1, it}, Z_{1, it}$ sont des instruments valides quelle que soit la date t considérée. La matrice d'instruments proposée par Amemiya s'écrit alors :

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

$$A^{AM} = [WX, X_1^*, Z_1] \quad (4.8)$$

où X_1^* s'obtient en répétant T fois chaque ligne de X_1 . L'estimateur Amemiya s'obtient en remplaçant A^{HT} par A^{AM} dans l'équation (4.7). La condition d'identification devient donc : $Tk_1 \geq g_2$.

Breusch, Mizon et Schmidt (1989), (BMS), ajoutent de nouveaux instruments à la matrice A^{AM} . Ces instruments reposent sur l'hypothèse que la corrélation entre X_2 et l'effet individuel est indépendante du temps. X_2^* définie comme précédemment en répétant T fois chaque ligne de X_2 peut alors être utilisée comme instrument. La matrice d'instruments que suggèrent BMS s'écrit :

$$A^{BMS} = [WX, X_1^*, X_2^*, Z_1] \quad (4.9)$$

Où la condition d'identification des paramètres devient $Tk_1 + (T-1)k_2 \geq g_2$. Si les différents instruments utilisés sont exogènes alors l'estimateur BMS est plus efficace que l'estimateur AM, lui-même plus efficace que l'estimateur HT.

4.3 Présentation des données et du cadre de l'étude

On présente dans cette section les données qui ont servi à l'estimation de la fonction de demande domestique en eau. Avant cela, on précise le cadre de cette étude en s'intéressant plus particulièrement aux communes de l'Algérie en présence d'une tarification par tranches progressives.

4.3.1 Les données utilisées

Très peu d'études ont été menées en Algérie sur la demande en eau potable des usagers domestiques, pour ne pas dire inexistantes. Leur mise en œuvre est compliquée par la difficulté d'accès à des données suffisamment désagrégées. Il faut ici rappeler que les services de distribution d'AEP, de collecte et de traitement des eaux sont sous la responsabilité de l'algérienne des eaux (ADE). Celle-ci, seule peut choisir soit de gérer elle-même ces services (gestion directe), soit de confier l'un ou l'autre à une entreprise privée (gestion déléguée).

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

Le prix de l'eau est fixé au sein de cette entreprise, laquelle est par conséquent l'entité pertinente pour étudier la demande des usagers domestiques dans le but de régler ensuite d'éventuels conflits d'usage. A défaut de pouvoir disposer d'un échantillon de données individuelles, on travaille sur un échantillon de données agrégées au niveau de chaque commune.

On cherche alors à expliquer la consommation domestique moyenne par abonné de chaque commune. Comme on l'a mentionné dans le chapitre précédent, elle est conditionnée par le prix de l'eau, par les caractéristiques sociodémographiques de l'abonné, par son environnement (sa qualité, sa fréquence et plage horaire de distribution ...etc. Ce sont ces différents types de données que nous détaillons maintenant. Une présentation exhaustive des données utilisées dans ce chapitre est fournie en Annexe D.

a - Présentation des données utilisées

On dispose d'un échantillon de 91 communes algériennes (en gestion directe) dont on observe un certain nombre de caractéristiques sur la période d'étude. Les données concernant la consommation en eau et le prix proviennent de l'Algérienne des Eaux (ADE). Elles ont été communiquées par les différentes agences de service d'AEP. Le Ministère des Ressources en Eaux a fourni les données sur les caractéristiques de réseau de distribution (par exemple : fréquence et plages horaires de distribution) comme toutes autres données disponibles, sont constituées de données agrégées sur un plan territorial qui est la commune. Nous avons alors ici construit une base de données concernant les 91 communes sur une période de seize trimestres (16), soit exactement 1456 observations, et ce entre 2004 et 2007. Six wilayas algériennes sont concernées : Alger, Bejaia, Constantine, Oran, Ouargla et Sétif. Les données ne sont pas individuelles mais concernent les communes desservies en eau potable.

Les données sont principalement issues des rapports réalisés par les différentes agences de l'eau (ADE) au niveau de chaque wilaya de l'étude à partir des bilans financiers établis trimestriellement par les gestionnaires de services de production et de distribution d'AEP. Ces bilans contiennent des informations sur les différentes tranches ménages, ainsi que les différentes catégories en volumes consommés, et en montants correspondants, de plus

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

des renseignements sur les différentes taxes appliquées, et les volumes d'eau facturés au réel et au forfait. L'ensemble de ces données a été agrégé au niveau communal.

- **Variable de consommation en eau**

La variable de consommation utilisée est la consommation trimestrielle moyenne d'un abonné domestique ($\text{m}^3/\text{trim}/\text{abonné}$) : *CONSAB*. Pour chaque entité de l'échantillon, elle est calculée en divisant le volume total d'eau potable distribué aux usagers domestiques par le nombre de ces usagers.

- **Variable de prix de l'eau**

Le prix utilisé est le prix moyen correspondant à un volume consommé de (25 m^3 d'eau /trim). Il inclut à la fois le service de l'eau et de l'assainissement : *PRIX*. Il est à signaler que la tarification pratiquée est de type binôme. Elle comprend une partie fixe (charge fixe correspondant à la location et à l'entretien du compteur) et un prix constant au mètre cube pour l'ensemble des mètres cube consommés. Les questions liées à l'application de tarification progressive nous concernent vraiment ici. D'autre part, si la théorie économique suggère que le consommateur réagit au prix marginal (ici le prix au mètre cube hors taxe), il est reconnu que le prix moyen, défini comme le total de la facture rapporté aux mètres cube consommés, est souvent la seule information que possèdent les usagers. Par conséquent, c'est la variable que nous retenons.

- **Caractéristiques techniques des réseaux d'AEP**

On dispose également d'un ensemble de variables techniques capturant l'hétérogénéité des réseaux d'AEP et d'assainissement de chaque commune. Elles sont notamment utilisées comme variables instrumentales pour tester l'endogénéité du prix de l'eau : Nous considérons ici les fréquences hebdomadaires et les plages horaires de distribution (*Jours et Heures*) à travers les différentes communes de l'échantillon. Ces variables permettent de caractériser la qualité du service de distribution d'AEP. Pour l'ensemble des communes, on dispose des variables suivantes :

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

- Prix moyen,
- Revenu (variable différence),
- Nombre d'abonnés,
- Longueur du réseau de distribution (Kms),
- Rendement du réseau (volume distribué/volume consommé),
- Densité (population desservie/ longueur du réseau de distribution),
- Produits de traitements,
- Fréquences et plages horaires de distribution.

Il nous est cependant possible de travailler avec des données de panel puisque nous disposons de données à la fois temporelles pour toutes les variables (de 2004 à 2007) et de données en coupe transversales, concernant les communes algériennes, que l'on retrouve dans le tableau suivant.

Tableau 4.1 : récapitulatif des données utilisées dans le modèle économétrique

Type de variables (exprimée en logarithme)	Nom et description	Abréviation utilisée
Données variables sur la période explicative (X_{it})	consommation/m ³ /trimestre	lc
	prix moyen /m ³ / trimestre	lp
	revenu approximé à partir de la rémunération du salaire des travailleurs des établissements d'ADE (Dinars / trimestre)	ltx_salaire
	variable différence, construite à partir des tranches de consommation ménages	Ldiff
	pourcentage d'hypochlorite du calcium par rapport au volume produit	lrapport_caclo2
	pourcentage d'hypochlorite du sodium par rapport au volume produit	lrapport_naclo
	pourcentage de la tranche par rapport à la catégorie l	lProp1_lprop4
	la fréquence de distribution d'AEP « heures »	Lh
	la fréquence de distribution d'AEP « jours »	Lj
	effets de saisons (périodicité)	t1_t4
	Population desservie par rapport à la longueur du réseau de distribution	Densité

Source : Données issues de l'Algérienne des Eaux (ADE)

Avant de rentrer dans le détail et discuter des résultats issus de notre modèle initial, nous allons observer quelles sont les évolutions subies lors de cette période, sur chacun de nos individus

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

b - Quelques éléments de statistique descriptive

Le tableau 4.2 présente les statistiques descriptives des variables de notre échantillon. En raison d'observations manquantes pour certaines communes à certaines dates, le nombre total d'observations utilisables dans les estimations est de 1172.

Nous constatons ici, les évolutions à partir de l'analyse des moyennes trimestrielles de certaines variables jugées particulièrement représentatives dans la spécification de notre modèle de demande. Essayons de chercher à être plus précis dans ces évolutions, à partir de notre échantillon. On observe bien dans le tableau 4.2, et sur la période de l'étude que la consommation moyenne a bien diminuée en période creuse, c'est-à-dire pour les deux premiers trimestres de l'année, et elle progresse à partir de troisième trimestre de l'année (période de pointe). Cela répond correctement à ce qu'on observe en pratique. La variable dite, prix moyen est quasiment en hausse à partir du début de la période (2005-2007), du fait que nous avons pris en compte la partie assainissement dans la composition de la facture d'eau à partir de cette période. La variable différence qui est pour objectif de représenter l'effet revenu en cette structure tarifaire par tranches. Elle est définie, comme la différence entre ce que le ménage aurait payé si toutes les unités avaient été facturées au prix de la dernière unité consommée et ce qu'il paie réellement. Ainsi, dans le cadre de notre étude, la tarification est par blocs progressifs, alors cette variable est négative et s'assimile à une subvention appliquée aux premières unités consommées en compensation des prix élevés payés pour les unités consommées dans les blocs supérieurs. Le signe négatif de la variable différence nous confirme dans l'idée qu'il s'agit d'une tarification par tranches progressives. Pour les variables techniques ; par exemple, la fréquence de distribution d'AEP est pratiquement la même pour toute la période de l'étude (2004-2007). Cela est dû à la fois au vétuste du réseau d'AEP, et à la rareté de la ressource. Les produits chimiques qui servent au traitement de l'eau sont en proportions faibles et en même temps, ont subi une légère hausse depuis le long de la période d'étude. Enfin, on termine par la variable densité qui s'attache à la population desservie par rapport à la longueur du réseau de distribution. En 2004, la densité était forte, ceci est dû à la saturation du réseau d'AEP. Mais à partir de l'année 2005, la densité baisse à peu près de 25% par rapport à l'année précédente, et puis elle augmente tout au long de la période d'étude.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

Tableau 4.2 : Eléments de statistique descriptive (2004- 2007)

Variable	unités	2004 /	2004 /	2004 /	2004 /	2005 /	2005 /	2005 /	2005 /
		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4
QM_CAT1	m ³ /trim	25,0349	27,0618	33,0231	31,4459	27,2975	26,991	41,734	23,9727
PM_CAT1	Dinars/m ³	22,3338	22,0923	21,7654	21,9301	34,3693	32,911	28,5786	34,5758
TX_salaire	Dinars/trim	22302,8	27389,7	30215,30	26287	31230,5	28576	30224,2	27402,2
Différence	Dinars/trim	-202,5	-202,5	-202,5	-202,5	-486,75	-486,8	-486,75	0
Heures	heures/24	0,5833	0,5833	0,5833	0,6666	0,5833	0,5833	0,5833	0,5833
Jours	Jours/7	1	1	1	1	1	1	1	1
Rapport_caclo2	%	0,00015	0,00017	0,000164	0,00018	0,00013	0,0002	0,00015	0,00013
Rapport_naclo	%	0,01272	0,0121	0,0185	0,0135	0,0125	0,0125	0,0165	0,0156
Densité	%	0,7204	0,7204	0,7204	0,7204	0,5763	0,5763	0,5763	0,5763

Variable	unités	2006 /	2006 /	2006 /	2006 /	2007/	2007/	2007/	2007/
		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4
QM_CAT1	m ³ /trim	21,5053	23,3846	28,1512	27,8662	22,9063	24,714	29,2586	25,6794
PM_CAT1	Dinars/m ³	36,3016	35,2308	35,4198	33,6131	33,6217	33,514	33,4206	32,8354
TX_salaire	Dinars/trim	29522,3	27362,4	26383,5	24083,9	29641,7	29717	-	-
Différence	Dinars/trim	0	0	-486,75	-486,75	0	0	-486,75	-486,75
Heures	heures/24	0,5833	0,5833	0,5833	0,5833	0,5833	0,5833	0,5833	0,75
Jours	Jours/7	1	1	1	1	1	1	1	1
Rapport_caclo2	%	0,00011	0,00015	0,00018	0,00022	0,0002	0,0002	0,00025	0,0002
Rapport_naclo	%	0,01333	0,01428	0,01569	0,01624	0,01314	0,0149	0,01554	0,01375
Densité	%	0,6281	0,6281	0,6281	0,6281	0,6281	0,6281	0,6281	1,245

Notes. 1172 observations. Les variables QM, PM, TX, D, H et J dénotent respectivement la consommation, le prix, taux de salaire, la variable différence, la fréquence de distribution d'AEP (heures et jours), et les produits de traitement.

Il est cependant clair que des facteurs autres que la tarification ont pu avoir une incidence sur les niveaux de consommation en eau. On pense notamment à des conditions de pluviométrie favorables ou à des modifications des équipements des ménages plus économes en eau. L'impact de la hausse du prix sur la consommation en eau mérite peut être une analyse plus poussée. Les consommateurs feront certainement plus attention dans les années à venir à leur consommation, ce d'autant plus que le prix de l'eau devrait continuer d'augmenter. Un des moyens d'adaptation pourrait être le choix par les ménages de s'équiper en appareils économisant l'eau. Le choix d'équipement par les ménages deviendra de plus en plus un élément déterminant de la consommation en eau des ménages. Il est nécessaire maintenant de procéder à des études au niveau individuel qui intègrent le choix d'équipement dans la fonction de demande.

4.3.2 Choix des tranches de la catégorie ménages

La tranche de la consommation des services de l'eau et de l'assainissement se définit par l'ensemble du territoire auquel s'applique un barème tarifaire identique à l'ensemble des abonnés ou à chaque catégorie d'abonnés. Cette tranche comprend un palier où un niveau de consommation d'eau. Le choix de la tranche a une incidence directe sur le comportement des agents économiques (consommateurs et gestionnaires) et sur l'importance de la préservation de la ressource, au niveau des agents qui partagent des tranches de la même catégorie.

Pour les ménages, différentes tranches de consommations ont été explorées. Dans le cas d'une première tranche, l'option tarifaire appliquée n'incite pas à la préservation de la ressource, ni à l'objectif du chiffre d'affaires (efficacité financière). Ainsi, permet-elle une maximisation de la consommation par rapport à la demande projetée et sous la contrainte du revenu à générer (efficacité économique) ?

Dans la recherche d'une tranche optimale de la catégorie ménage, le problème du recouvrement des coûts et de la solidarité nationale interfèrent avec celui de l'incitation à des comportements rationnels des agents économiques : satisfaction des besoins des consommateurs, organisation et performance de la gestion des services.

Il y a plusieurs scénarios pour le choix de la tranche. Toutes les options tarifaires présentent des "avantages" et des "inconvénients" selon les critères d'analyse permettant de définir une structure optimale. À notre connaissance, il y a cinq critères d'analyse :

- Pour l'efficacité financière,
- Pour l'efficacité économique,
- Pour l'équité,
- Pour la lisibilité,
- Pour la protection de la ressource.

La première tranche est déterminée sur la base de besoins essentiels (30 l/j/hab.)¹⁰. Or cette norme n'est pas adaptée aux ménages dont la taille diffère de la moyenne. Ainsi, elle n'apparaît pas adaptée au regard des critères retenus : bien qu'elle permette une consommation aux abonnés pauvres, avec possibilité de cibler le public qu'on veut toucher. Elle ne permet pas un équilibre financier des services, n'assure pas d'équité sociale, n'est pas très lisible, n'incite pas à la protection de la ressource, et le tarif appliqué dans cette tranche n'est pas assez dissuasif.

¹⁰ SOGREAH-ICEA – Etude de la tarification de l'eau à usage « Domestique et Industriel », Juin 2003, P7.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

La tranche (2) traduit une volonté politique sociale, et engendre une bonne efficacité économique et une bonne équité sociale. Cependant, elle ne coûte pas cher, mais elle arrive à équilibrer ses comptes. Par ailleurs, elle n'est pas très lisible et ne protège pas suffisamment la ressource du fait de tarifs pas assez dissuasifs.

Les deux dernières tranches (3 et 4), elles concernent les consommateurs aisés (riches). Cette option coûterait plus cher que les précédentes et aurait également un bon effet en termes de protection de la ressource. En conclusion, il s'avère qu'une structure tarifaire à 4 tranches satisfait le plus de critères. Cependant, elle reste assez complexe et n'intègre pas le volet social (gratuité d'un volume de consommation par exemple). L'option d'un tarif uniforme avec une tranche gratuite affiche une forte volonté politique sociale, mais ne maximise pas la consommation et n'incite pas suffisamment à la protection de la ressource surtout dans les pays où la ressource est rare tel que le notre. À partir d'un grand nombre d'options tarifaires, notamment la tarification sociale, l'option finalement retenue par les autorités algériennes consiste à (a) maintenir les quatre tranches de consommations existantes pour les ménages, (b) regrouper les catégories "établissement commercial" et "administration" et fixer leur tarif au niveau du tarif de la troisième tranche de consommation des ménages, (c) fixer le tarif de la catégorie "établissement industriel ou touristique" au niveau de la quatrième tranche de consommation des ménages. La tarification progressive par tranche de consommation est principalement réponde en Afrique du Nord, plus précisément en Algérie. Elle est aussi appliquée dans certains pays européens (Italie). Cela justifie que nous l'analysions en détail.

Les arguments en faveur de cette tarification sont les suivants :

- L'équité, du fait des subventions croisées entre les gros consommateurs (ménages riches ?) et les petits consommateurs (ménages pauvres ?)
- L'incitation aux économies d'eau et, par voie de conséquence, à une utilisation plus durable de la ressource et à une optimisation des investissements de production.
- Favorise l'accès à l'eau potable aux ménages les plus pauvres et améliore ainsi la santé publique.

4.4 Estimation de la fonction de demande domestique

On présente dans cette section les résultats de l'estimation de la fonction de demande domestique en eau potable pour les communes de l'échantillon. Comme il a été mentionné dans le paragraphe précédent la structure du modèle à adapter ainsi que la question d'endogénéité à étudier pour certaines variables comme le prix et la variable différence. On effectue alors des tests par variable, que nous avons supposé préalablement endogène et sur le modèle à retenir.

4.4.1 Les résultats d'estimation

a - Tests d'Hausman

Avant toute estimation du modèle complet, il est nécessaire de tester l'endogénéité de la variable prix. Un biais de simultanéité pourrait en effet être introduit dans le modèle du fait de la présence de la variable de consommation des deux côtés de l'équation. On rappelle que la variable " prix de l'eau " est calculée à partir de la consommation moyenne d'eau par abonné. Il s'agit de comparer, par un test d'Hausman, une estimation Within à une estimation par Variables Instrumentales (VI), pratiquées sur un modèle en données centrées par rapport à la période¹¹. Dans l'estimation par VI, les instruments sont choisis parmi les données techniques concernant le réseau. Ces variables sont exogènes¹² et corrélées avec la variable de prix. Les instruments retenus pour ce premier test d'Hausman sont : fréquence et plages horaires d'AEP (heures et jours), longueur du réseau (long), les produits de traitement (calcium et sodium) et les tranches de consommation (t1, t2 et t3). La statistique de test 4,95 est inférieure à la valeur critique $\chi^2(7)$ avec un risque de première espèce de 5%, (14,06). Le premier test conduit donc à accepter l'hypothèse nulle d'exogénéité du prix et la variable différence.

¹¹ Le centrage des variables permet d'éliminer le terme d'erreur α_i et toute corrélation éventuelle des variables explicatives avec ce terme d'erreur.

¹² L'exogénéité des instruments est testée ex post en régressant les résidus Within sur les instruments.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

Tableau 4.3 - Tests d'Hausman

	<i>ddl</i> *	χ^2	$p > \chi^2$
Endogénéité du prix Within/Within + instruments	7	4,95	0,666
Endogénéité de variable différence Within/Within + instruments	7	4,95	0,666
Effets fixes/aléatoires MCO /Within	4	45,49	0.0001

* degrés de liberté

Un deuxième test d'exogénéité doit être pratiqué pour étudier la corrélation éventuelle entre les variables explicatives (X_{it}) et le terme d'erreur individuel α_i . On compare une estimation par MCO à l'estimation Within. La valeur de la statistique de test d'Hausman est de 45,49. Elle dépasse la valeur critique d'un $\chi^2(4)$ avec un risque de première espèce de 1%, (13,28). Cela signifie que le test de spécification d'Hausman conduit à rejeter l'hypothèse nulle de non-corrélation, au seuil de 1%. Nous retiendrons par conséquent la spécification des effets fixes dans l'interprétation des résultats qui sont présentés dans le tableau (4.5). Il existe un effet individuel, constant tout au long de la période, le modèle à effets fixes peut être adopté, l'estimateur associé étant convergent. Dans la mesure où il ne permet pas d'identifier tous les paramètres du modèle, et qu'il n'est pas efficace, une autre possibilité consiste à appliquer des méthodes spécifiques par variables instrumentales. On se réfère pour cela aux articles de Hausman et Taylor [1981], Amemiya et Macurdy [1986] et Breusch, Mizon et Schmidt [1989]. Ces méthodes sont respectivement notées HT, AM et BMS. Elles permettent de corriger le biais engendré par la présence de ce terme individuel. Pour une description complète des méthodes économétriques employées ici, on se reportera au travail de Nauges et Thomas [2000].

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

b - Les estimations

Le tableau (4.4) présente les résultats de l'estimation de la fonction de demande domestique pour l'ensemble des communes de l'échantillon. Il est à signaler que les variables sont exprimées en logarithme. Les élasticités de la demande par rapport à chacune des variables du modèle sont ainsi lues directement car elles correspondent aux coefficients estimés¹³.

Tableau (4.4) : Estimation de la fonction de demande (avec Tx_Salaire)				
Variable	Méthode			
	MCO	Within	FixOne	RanOne
Constante	3,73817*** (11,72)	-0,00649 (-0,96)	5,544242*** (8,97)	5,218948*** (8,72)
Prix	-0,31704*** (-3,85)	-0,21103*** (-3,27)	-0,25649*** (-3,86)	-0,25691*** (-3,85)
Tx_Salaire	0,03413* (1,67)	-0,32196*** (-5,03)	-0,13183** (-1,96)	-0,11676* (-1,76)
Différence	-0,08534*** (23,61)	-0,04214*** (14,03)	-0,043517*** (13,27)	-0,045956*** (14,12)
Trim 1	0,02684 (0,95)	-0,04877*** (-2,57)	-0,06257*** (-3,03)	-0,05929*** (-2,85)
Trim 2	-0,00925 (-0,33)	-0,06286*** (-3,3)	-0,06877*** (-3,33)	-0,0654*** (-3,14)
Trim 3	0,06099** (2,1)	0,02598 (1,33)	0,023088 (1,08)	0,020716 (0,97)
Heures	0,03224* (1,65)	-0,02491 (-0,99)	-0,04106 (-1,35)	-0,03882 (-1,46)
Jours	0,2431*** (4,57)	0,00907 (0,21)	0,085222 (0,33)	0,093949 (0,76)
Calcium	76,75202*** (5,34)	14,2656 (0,92)	20,19124 (1,11)	19,68237 (1,12)
Sodium	5,34272** (1,97)	10,3398*** (3,83)	9,707494*** (3,21)	10,13672*** (3,61)

Notes. 1172 observations. (.) : Les nombres entre parenthèse sont les t de Student
(*), (**) et (***) indiquent respectivement les niveaux de confiance 10%, 5% et 1%.

En matière de mesure des élasticités-prix, les résultats confirment les conclusions des autres études, à savoir la faible sensibilité des usagers domestiques au prix de l'eau.

¹³ La fonction de demande est de la forme : $\ln Y = \sum \beta_i \ln X_i$. On a donc $d \ln Y = \beta_i d \ln X_i$, soit :

$$\beta_i = \frac{dY/Y}{dX_i/X_i} = \frac{dY}{dX_i} \frac{X_i}{Y}, \text{ ce qui correspond bien à la définition de l'élasticité de } Y \text{ par rapport à } X_i.$$

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

L'étude de la fonction de demande domestique en eau potable conduit aux conclusions suivantes : il apparaît d'abord que la variable de prix est significative. L'élasticité-prix de la demande est cependant forte (-0,37), par rapport à celle obtenue dans des études similaires portant sur les pays riches, telle que la France par exemple. Cette différence de magnitude semble cohérente, plus les populations sont pauvres plus elles feront attention à leurs dépenses et aux fluctuations des prix des biens de consommation courante. Les consommateurs apparaissent donc plus sensibles à la variation des prix de l'eau potable.

Variable	Méthode			
	MCO	Within	FixOne	RanOne
Constante	3,88661*** (13,55)	-0,01688*** (-2,61)	4,270352*** (18,81)	4,439682*** (20,34)
Prix	-0,256*** (-3,3)	-0,36971*** (-6,43)	-0,37091*** (-6,58)	-0,37846*** (-6,56)
Différence	-0,08632*** (24,95)	-0,04372*** (15,31)	-0,049731*** (16, 37)	-0,055196*** (18,07)
Trim 1	0,02458 (0,92)	-0,03294* (-1,81)	-0,03245* (-1,81)	-0,02555 (-1,39)
Trim 2	-0,01227 (-0,46)	-0,04546*** (-2,48)	-0,049*** (-2,73)	-0,04487*** (-2,43)
Trim 3	0,04945* (1,9)	0,02635 (1,49)	0,030756* (1,78)	0,033351* (1,88)
Heures	0,02718 (1,46)	-0,03174 (-1,27)	-0,06161** (-2,27)	-0,03406 (-1,36)
Jours	0,22134*** (4,36)	-0,03202 (-0,74)	0,056625 (0,92)	0,098318* (1,73)
Calcium	77,66324*** (5,59)	-9,00538 (-0,59)	6,700674 (0,44)	20,45595 (1,42)
Sodium	3,43244 (1,37)	10,52925*** (3,96)	8,126185*** (3,07)	7,188475*** (2,84)

Notes. 1172 observations. (.) : Les nombres entre parenthèse sont les t de Student (*), (**) et (***) indiquent respectivement les niveaux de confiance 10%, 5% et 1%. Avec la procédure FixOne (effets fixes), le \bar{R}^2 pour (*lq*) est de 0,8058.

La plus forte sensibilité au prix de l'eau peut être reliée au résultat suivant. L'élasticité de la variable différence, qui est censée de représenter le revenu est significativement différente de zéro. Il n'est pas surprenant que des ménages au revenu plus faible portent davantage attention aux dépenses et notamment à leur facture d'eau, d'autant plus si le prix de l'eau a connu une forte hausse.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

Avec les paramètres estimés de la procédure FixOne, l'élasticité-prix est égale à -0,37091 (écart-type de 0,0564) et l'élasticité de la variable « différence », qui est pour objectif de représenter l'effet revenu est égale à -0,049731 (écart-type de 0,00304). L'élasticité d'eau potable par rapport au revenu est significative. Il est cohérent de supposer que des ménages au revenu plus faible ne consomment pas nécessairement moins d'eau que les ménages riches. D'autres effets sont constatés, il ressort que la variable saison (trimestre) a un double effet négatif, puis positif sur la consommation moyenne des ménages. Ce constat est assez intuitif car il montre que plus qu'on est en basse saison (période creuse), plus la consommation moyenne des ménages baisse. Les élasticités pour les deux premiers trimestres sont négatives et significatives (-0,03245), (-0,049) respectivement. Inversement par rapport à la haute saison (période de pointe). Le coefficient d'élasticité apparaît de signe positif (0,030756), à partir du troisième trimestre, ce qui nous confirme, la forte demande en saison estivale. Ces résultats sont en accord avec la pratique observée.

Concernant les variables techniques capturant l'hétérogénéité des réseaux, nous considérons la fréquence et les plages horaires de distribution (Heures et Jours). Ces variables sont exprimées en jours par semaine et en heures par jours respectivement, et permettent de caractériser la qualité du service de distribution d'AEP. On s'intéresse ici aux fréquences hebdomadaires et plages horaires de distribution, à travers les différentes communes de l'échantillon, qui seront notamment utilisées comme variables explicatives dans la fonction de demande. Ces fréquences de distribution d'AEP ont été observées pour chaque commune de l'échantillon, et se répartissent de façon hétérogène entre les 91 communes, avec des variations temporelles parfois non négligeables. Ces dernières sont alimentées à des niveaux différents selon la disponibilité de la ressource, et l'état du réseau de distribution, avec des plages horaires et fréquences hebdomadaires telles que : 24 h/24, 8h/jour, quotidien, 1 jour/2, 1 jour/3, 7 jours/7, etc. L'objectif des responsables du secteur de l'AEP est de parvenir à un service permanent (7 jours/7, 24 heures/24) se heurte dans la pratique à la disponibilité de la ressource, mais également à des considérations de coût de distribution que notre analyse cherche à identifier. Les fréquences de distribution d'AEP seront par conséquent introduites comme variables explicatives dans la fonction de demande d'AEP, afin d'évaluer leur influence, en particulier sur la qualité des services de distribution d'eau. Nous évaluons l'impact de la qualité du service, mesurée par la fréquence et les plages horaires de distribution aux abonnés, sur les performances du service d'eau, en s'intéressant aux

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

élasticités de la demande en eau résidentielle par rapport aux variables Heures et Jours. Les estimations de ces élasticités s'interprètent de la façon suivante : un accroissement de 1% de la fréquence de distribution (jours) entraîne une augmentation de la consommation d'eau dans la proportion suivante (0,056 %), par contre, la variable concernant la plage horaire (heures) est de signe négatif (-0,06 %). Nous préférons interpréter ces élasticités négatives comme le signe que les plages horaires et fréquences de distribution sont directement liées à la rareté de la ressource. Enfin, l'impact de la qualité de l'eau, via les produits chimiques. D'après, les résultats obtenus, ces produits de traitement ont un effet positif sur la consommation des ménages. À première vue, cet effet me semble logique. Plus qu'on utilise ces produits chimiques, plus que l'eau devienne de plus en plus potable. Ainsi, la qualité de l'eau se traduit par l'augmentation de la consommation.

4.5 Conclusion

L'estimation de la fonction de demande en eau potable pour des abonnés de notre échantillon a permis de mettre en évidence que la sensibilité des usagers domestiques au prix de l'eau était réelle mais relativement modérée. Les consommateurs ne sont pas insensibles au prix de l'eau, mais l'ampleur de leur réaction est relativement faible. À une hausse de 10% du prix correspond en moyenne une baisse de 3,7 % de la consommation d'eau. L'utilisation du prix en tant qu'instrument de régulation de la demande domestique risque d'être peu efficace. On peut pourtant s'attendre à une sensibilité croissante des usagers au prix de l'eau. Le montant global des factures d'eau n'est plus négligeable par rapport au budget des dépenses de consommation des ménages. Les hausses importantes du prix de l'eau au début de l'année 2005 ont sensibilisé l'opinion mais cela ne s'est pas traduit, à court terme¹⁴, par une baisse importante des consommations. Ce constat doit être pris en compte lorsqu'une politique de gestion est envisagée. Il existe deux types d'outils : ceux qui visent à agir directement sur le prix et ceux qui utilisent des mesures telles que la mise en place de quotas ou de restrictions ponctuelles. Au vu des faibles élasticité-prix obtenues, il semble préférable que toute action sur le prix doit se conjuguer aux campagnes d'information concernant des usagers domestiques. Une autre solution consiste à promouvoir des équipements économisant l'eau (appareils électroménagers à consommation en eau réduite, arrosage goutte-à-goutte).

¹⁴ Il est vraisemblable qu'à long terme l'élasticité-prix soit plus élevée du fait par exemple de possibilités d'adaptation des équipements plus importants.

Chapitre 4

Étude économétrique de la demande résidentielle algérienne en eau potable

Mais ces diverses mesures n'agiront sur le comportement de l'utilisateur que si celui-ci paie réellement l'eau qu'il consomme, c'est-à-dire s'il dispose d'un compteur individuel. Les consommateurs feront certainement plus attention dans les années à venir à leur consommation, ce d'autant plus que le prix de l'eau devrait continuer d'augmenter. Un des moyens d'adaptation pourrait être le choix par les ménages de s'équiper en appareil économisant l'eau. Le choix d'équipement par les ménages deviendra de plus en plus un élément déterminant de la consommation en eau des ménages. Il est nécessaire maintenant de procéder à des études au niveau individuel qui intègrent le choix d'équipement dans la fonction de demande.

Notre étude a mis en évidence que le revenu des ménages avait une influence, cependant souvent faible, sur leur consommation d'eau et que les ménages aux revenus plus faibles étaient plus sensibles au prix. Ce résultat amène à préférer la mise en place de tarification progressive plutôt que d'envisager simplement des hausses de prix. Une augmentation uniforme du prix conduirait en effet à un phénomène de redistribution vers les ménages aux revenus plus élevés. La tarification progressive est caractérisée par un prix au mètre cube différent en fonction de la tranche de consommation atteinte. Plus la tranche de consommation est haute, plus le prix au mètre cube est élevé. Ce type de tarification revient à faire payer plus cher les gros consommateurs, pour subventionner la tranche de consommation la plus basse.

PARTIE 3 :

*TARIFICATION DES SERVICES D'EAU POTABLE :
THÉORIES ET PRATIQUES*

5.1 Introduction

L'eau qui est distribuée aux usagers via les réseaux publics est issue de ressources naturelles en eau. C'est pour cela qu'il est intéressant d'étudier la tarification qui peut être appliquée, que l'eau soit directement prélevée ou distribuée, sans faire pour autant une distinction entre les différents types d'approvisionnements. La tarification a de tout temps été décrétée et centralisée en Algérie. Nous savons qu'en matière de gestion de la demande en eau, il est difficile de limiter la consommation que par des mesures techniques et réglementaires.

En Algérie comme dans les autres pays du Maghreb, les tarifs à la consommation sont globalement inférieurs au coût du revient du service de l'eau. Ces tarifs ont rarement pour effet de faire réduire la consommation des usagers. Pour cela, l'Etat s'est fixé comme objectif non plus d'augmenter uniquement l'offre, mais de réduire plutôt la demande. Nous nous intéresserons ici, au problème de tarification des ressources naturelles en eau, en insistant sur le fait que sa gestion doit se faire en considérant que la ressource est limitée, et nous reviendrons, en section 2 sur la tarification qui peut être appliquée dans le cadre de la gestion d'un réseau de distribution en eau, en prenant en compte le caractère local de ces services, dans une position d'unique offreur. La tarification est un outil permettant de concilier la gestion des ressources hydriques, fourniture de services liés à l'eau et investissement dans l'infrastructure. Elle joue donc de multiples rôles. Dans la section 3 nous décrivons les principes généraux de la tarification des services d'AEP. Les dernières sections de ce chapitre rappellent les différents systèmes tarifaires qui peuvent être appliqués, en apportant les modalités de la réglementation des services d'AEP.

Dans le nouveau contexte de la tarification, le secteur de l'eau en général est confronté à deux grands défis¹. Le premier réside dans la concurrence croissante entre les principaux usages des ressources en eau : consommation humaine, activités économiques et satisfaction des besoins des écosystèmes. La disponibilité limitée des ressources en eau, la détérioration de leur qualité et les répercussions du changement climatique et d'une mauvaise gestion sont autant d'éléments qui contribuent au problème, les conséquences potentiellement destructrices des événements extrêmes liés à l'eau (sécheresses et inondations) constituent un facteur aggravant.

¹ Le prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement « éditions OCDE, année 2010, p. 72. www.oecd.org/editions »

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

Le deuxième défi tient à la nécessité d'assurer l'accès de tous, y compris des ménages pauvres, à des services d'eau et d'assainissement adéquats, durables et abordables. Même si dans certaines régions, la rareté de l'eau est une contrainte, l'atteinte de cet objectif est surtout entravée par des questions de gestion : des investissements mal conçus, des infrastructures qui se détériorent en raison d'une insuffisance des financements (limitant elle-même l'accès à des sources de financement externes), des cadres réglementaires inadaptés et des capacités limitées en matière de gestion et de réglementation.

Ces problématiques déterminent le contexte de la tarification des services liés à l'eau (gestions des ressources en eau, distribution d'eau potable, collecte et traitement des eaux usées). Elles confirment que les politiques de l'eau doivent s'accompagner de mécanismes qui permettent d'une part d'allouer l'eau là où elle est le plus nécessaire et d'autre part de générer des revenus et de mobiliser d'autres sources de financement. Nous ajoutons que ces problèmes ne se rencontrent pas seulement dans les pays en développement. Les pays de l'OCDE sont confrontés à des difficultés du même ordre (quoique différentes). Pour répondre efficacement à ces défis, il faut notamment fixer un prix aux services liés à l'eau selon des modalités qui contribuent à la réalisation d'une série d'objectifs environnementaux, sociaux, économiques et financiers².

5.2 La théorie de l'allocation optimale des ressources

La rareté de l'eau représente une menace croissante pour de nombreux pays et régions. En effet, la surexploitation de la ressource et sa pollution réduisent les sources disponibles, tandis que la croissance économique et démographique amplifie la concurrence entre les différents usages. Certaines régions souffrent concrètement de pénuries physiques d'eau, par exemple en Asie du Sud et de l'Est, en Australie, en Afrique et au Moyen-Orient. D'après le rapport sur la mise en valeur des ressources en eau de 2006 (UNESCO, 2006, 20% de la population mondiale ne disposaient pas d'un approvisionnement appréciable en eau : 65% avaient un approvisionnement faible ou modéré, représentant 50% des ressources mondiales, et seuls 15% vivaient dans une relative abondance, en se partageant 50% des ressources d'eau disponibles.

² OCDE (2003), problèmes sociaux liés à la distribution et à la tarification de l'eau. Editions OCDE, DOI : [http:// dx.doi.org/10.1787/9789264018815-fr](http://dx.doi.org/10.1787/9789264018815-fr).

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

Mais la rareté de l'eau n'est pas un phénomène purement physique. Les zones « arides » pourraient ne pas manquer d'eau si la consommation restait dans les limites des disponibilités locales. Inversement, les zones « humides » pourraient se retrouver en situation de stress hydrique si la consommation d'eau atteignait les limites des disponibilités. « Actuellement, 1,4 milliard de personnes vivent dans des bassins où le taux d'utilisation de l'eau est supérieur au taux de reconstitution de la ressource. C'est le cas, par exemple, dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord, qui est de ce fait déficitaire en eau »³.

Une autre définition du stress hydrique, qui se fonde sur le ratio prélèvements sur ressources disponibles, permet de mieux rendre compte des différences de conditions géographiques, économiques et culturelles. L'indicateur de stress hydrique de l'OCDE se fonde sur le ratio des prélèvements d'eau annuels divisé par les disponibilités en eau annuelles. Lorsque ce ratio est inférieur à 10%, le stress hydrique est faible, lorsqu'il est compris entre 10% et 20%, le stress est modéré, ce qui signifie que « la disponibilité de l'eau constitue un frein au développement et que des investissements importants sont nécessaires pour fournir l'approvisionnement requis » lorsqu'il est supérieur à 20%, le stress est moyen, « l'offre et la demande doivent être gérées et les conflits entre usages concurrents doivent être résolus », enfin, les zones où les prélèvements annuels excèdent 40% des disponibilités en eau annuelles sont soumises à un fort stress hydrique (OCDE, 2006)⁴.

L'aptitude d'un pays à affronter ses problèmes de pénurie d'eau est déterminée par la trajectoire de développement qu'il s'est choisie, les habitudes alimentaires de ses habitants, et la capacité des pouvoirs publics de créer des systèmes de gestion des ressources en eau permettant d'éclairer les décisions d'allocation des ressources entre les différents usages (en accordant toute l'attention voulue aux usages environnementaux). Cela confirme qu'il est capital d'allouer les ressources en eau là où on en a le plus besoin, et de préserver ou de restaurer leur qualité.

L'approvisionnement en eau et l'assainissement posent des problèmes particuliers. Ces services ont une forte dimension « d'intérêt général », car leur utilisation est porteuse de bienfaits non seulement pour l'individu, mais aussi pour la collectivité dans son ensemble. Reconnaissant cette dimension, le comité des droits économiques, sociaux et culturels des Nations Unies a déclaré officiellement en 2002 que le droit à l'eau faisait partie des droits de

³ Idem (1), p 73-75.

⁴ OCDE (2006). "Water: The Experience in OECD Countries", Environmental Performance Reviews, www.oecd.org/data_oecd/18/47/36225960.pdf.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

l'homme, et la communauté internationale s'est engagée à atteindre les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) qui prévoient de réduire de moitié d'ici 2015 le pourcentage de la population n'ayant pas accès à une eau potable salubre et à des services d'assainissement de base.

Pour l'avenir les pays en développement seront en outre confrontés à la hausse des coûts récurrents liée à l'extension de leurs réseaux. La construction de réseaux d'assainissement pour une population de plus en plus urbanisée va également faire grimper en flèche le coût de collecte et de traitement des eaux usées (dans un système parvenu à maturité, celui-ci est généralement supérieur au coût de l'approvisionnement en eau). Il faut donc prendre en compte l'ensemble des conséquences financières de l'extension des services et notamment des nouvelles connexions aux réseaux.

• Efficience économique : raisons justifiant l'adoption de solutions de second rang

Généralement, il est admis dans la littérature économique que la tarification au coût marginal (C_m) à long terme représente la solution optimale en matière de prix de services de l'eau. Mais en réalité, cette solution est rarement appliquée. A notre connaissance, seule l'Australie a indiqué faire de la tarification au coût marginal un des principes régissant la fixation du prix de l'eau. Dans l'enquête 2007-08 de l'OCDE, seuls l'Italie et le Mexique ont déclaré l'utiliser comme indication pour fixer des tarifs, en l'occurrence pour les usages industriels. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la tarification au coût marginal risque d'entrer en conflit avec certains objectifs stratégiques (la viabilité financières des opérateurs) et peut s'avérer coûteuse à appliquer (en partie en raison de l'installation de compteurs).

Il est à noter que les compteurs ne sont pas nécessairement indiqués dans toutes les situations. Certes, ils peuvent permettre de diminuer les coûts à long terme en atténuant les impacts sur la ressource, mais ils engendrent des coûts à court terme (fabrication, installation, entretien et remplacement) et peuvent en outre réduire les recettes de la compagnie des eaux, entraînant des problèmes de trésorerie. Les compteurs seront donc plus ou moins pertinents en fonction entre autres de l'élasticité-prix de la demande et de l'importance des gains d'efficience et de la baisse des coûts à long terme par rapport à l'augmentation des coûts à court terme (Voir Herrington, 2006 et 2007, et Dalhuisen et al. 2001 et 2003, pour une analyse).

- **Viabilité financière : le recouvrement du coût des services d'eau et d'assainissement**

La viabilité financière des opérateurs (quelque soit leur statut) est indispensable pour assurer la pérennité des services d'eau. Le niveau des recettes et leur stabilité ou prévisibilité sont des points essentiels. Les autres instruments de financement (taxes et transferts) sont sujets à des fluctuations et échappent à la maîtrise du secteur de l'eau, de sorte que le recouvrement des coûts au moyen des tarifs est considéré comme un important déterminant de la viabilité financière des opérateurs de services d'eau.

Les différentes structures tarifaires parviennent plus ou moins à satisfaire les besoins financiers des compagnies des eaux. Du point de vue d'un opérateur de services d'eau, comme les coûts fixes constituent une part importante du coût de fourniture des services, le mieux est de les recouvrir au moyen de redevances fixes. C'est particulièrement vrai lorsque la consommation d'eau diminue (en raison d'une hausse du tarif volumétrique ou de facteurs économiques et démographiques structurels). Mais ce type de pratique peut nuire à l'efficacité économique.

- **Viabilité écologique**

La tarification des services d'eau et d'assainissement peut concourir à l'efficacité écologique si elle est utilisée pour gérer la demande (en encourageant une utilisation plus rationnelle et plus efficace de la ressource) et pour recouvrir le coût des dommages subis par l'environnement (c'est-à-dire des effets négatifs exercés sur les écosystèmes, notamment la pollution). Divers niveaux de prix et structures tarifaires peuvent être utilisés pour favoriser la viabilité écologique. La tarification progressive par tranches employée en Algérie y concourt encore plus, en particulier lorsque les tarifs marginaux des tranches supérieures sont élevés.

5.3 Principes généraux de la tarification des services d'eau potable

Le cadre théorique qui fixe les principes de tarification des services privés marchands est celui de l'étude de la fonction du producteur et celle du consommateur. Cet aspect a été beaucoup développé. Par contre, le cadre théorique relatif à la tarification des services publics tels que l'eau. Il a été moins développé. Cependant plusieurs économistes⁵ (dont M. Allais, A.Lerner, A.Lewis, P. Massé, G.Dessus, M. Boiteux) ont émis, vers les années quarante,

⁵ Encyclopédia Universalis France 1995 : politique des prix

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

l'idée que l'Etat devrait, en ce qui concerne les prix des entreprises publiques qui ne sont pas sur des marchés concurrentiels (et les prix de vente des services publics), pratiquer des tarifs qui couvrent exactement non pas le coût moyen à un moment donné, mais le coût marginal⁶.

Le principe de la tarification au coût marginal suppose qu'au niveau du point de maximisation du surplus total (producteur et consommateur), le prix sera égal au coût marginal. Considérons un monopole public susceptible de produire plusieurs types de biens et retenons comme critère de bien-être collectif la somme des surplus totaux qui apparaissent sur chacun de ses marchés. Cette hypothèse est discutable car elle revient à donner la même importance au surplus de chaque consommateur et au surplus de l'entreprise (le profit du monopole), des préoccupations d'équité pouvant conduire la puissance publique à donner un poids plus grand aux avantages des uns ou des autres. Le critère de surplus total néglige cet aspect important des choix publics (celui de l'équité) pour se concentrer exclusivement sur des préoccupations d'efficacité⁷. La question fondamentale est donc ici de maximiser la somme des avantages retirés par les agents (consommateurs et producteurs), sans se préoccuper pour l'instant des conséquences de ces décisions sur le plan d'équité. Retenant ce critère de la maximisation de la somme des surplus totaux, il convient de définir la politique tarifaire optimale d'un monopole public. De ce fait, le monopole public sera conduit à produire la quantité q' et à fixer un prix $p' = C_m(q')$ et donc à maximiser le surplus total pour chaque bien. La somme des surplus sera donc également à son maximum.

Cette argumentation peut être exposée de manière plus rigoureuse en écrivant explicitement l'expression des surplus totaux. Supposons que le monopole public produise n types de biens indicés pour $h = 1, 2, \dots, n$. Notons p_h le prix du bien h et supposons pour simplifier que la demande de bien h ne dépende que du prix de ce bien. Le surplus des consommateurs sur le marché h est noté S_h et s'écrit :

$$S_h = \int_0^{Y_h} p_h(q) dq - p_h(Y_h) Y_h$$

Où Y_h représente la production de bien h , vendue sur le marché à un prix $p_h(Y_h)$, la fonction $p_h(\cdot)$ étant la fonction de demande inverse sur ce marché. La somme des surplus des consommateurs, notée \hat{s} , s'écrit donc :

⁶ Salem (2007).

⁷ Pierre Picard, *Eléments de microéconomie « théorie et applications »* édition Montchrestien, année 2007, P 369-370.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

$$\hat{S} = \sum_{h=1}^n \left(\int_0^{Y_h} p_h(q) dq - p_h(Y_h)Y_h \right)$$

Puisque le monopole produit ici différents biens, on écrira sa fonction de coût total sous la forme : $CT = CT(Y_1, \dots, Y_n)$

Cette fonction définit le coût minimal de production lorsque le monopole produit Y_h unités de bien h , avec $h=1\dots n$. Le profit de monopole, noté Π , est égal à la différence entre la somme des recettes réalisées sur chacun des marchés et le coût total CT , soit :

$$\Pi = \sum_{h=1}^n p_h(Y_h)Y_h - CT(Y_1, \dots, Y_n)$$

Soit $W = \hat{S} + \Pi$ le surplus collectif, c'est-à-dire la somme des surplus des consommateurs et du profit du monopole. On a donc :

$$W = \sum_{h=1}^n \int_0^{Y_h} p_h(q) dq - CT(Y_1, \dots, Y_n)$$

W apparaît ici comme une fonction de n variables : Y_1, Y_2, \dots, Y_n . La maximisation du bien être collectif conduit aux conditions d'optimalité du premier ordre vérifiées à l'optimum $(Y_1^*, Y_2^*, \dots, Y_n^*)$:

$$\frac{\partial W}{\partial Y_h}(Y_1^*, Y_2^*, \dots, Y_n^*) = 0 \quad \text{Pour } h=1\dots n$$

C'est-à-dire :

$$p_h(Y_h^*) = \frac{\partial CT}{\partial Y_h}(Y_1^*, \dots, Y_n^*) \quad h=1\dots n$$

Le terme de droite de cette dernière égalité représente le coût marginal du bien h : celui-ci est exprimé comme la dérivée partielle de la fonction de coût total par rapport à Y_h , puisque l'entreprise produit n types de biens. Ces conditions définissent la règle de tarification optimale du monopole : pour chacun des biens produits, le prix est égal au coût marginal de production.

La tarification optimale qui égalise le prix et le coût marginal conduit à un déficit du monopole. Celui-ci doit être comblé par des subventions financées le plus souvent par l'impôt. Des subventions visant à résorber le déficit d'un monopole public ne peuvent cependant pas toujours être mises en place, même si ce déficit est justifié par le critère d'optimalité collective que représente la tarification au coût marginal. Les subventions aux

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

monopoles publics sont en effet souvent perçues comme des primes à une gestion peu rigoureuse et de ce fait mal acceptées par les contribuables. Par ailleurs, le prélèvement fiscal qui permet de les financer peut avoir lui-même des conséquences dommageables sur le plan de l'équité ou conduire à modifier le comportement des ménages dans un sens non souhaitable (par exemple lorsqu'on modifie des taux de taxes indirectes). Il est donc peu réaliste de fonder la tarification optimale des monopoles publics sur un principe pouvant conduire à un déficit systématique de l'entreprise. C'est la raison pour laquelle il est souvent plus raisonnable de supposer que le monopole public est astreint à respecter une contrainte d'équilibre budgétaire : financer les coûts de production par les recettes au moins équivalentes devient alors une contrainte dont il faut s'accommoder et qui doit être prise en compte pour définir la politique tarifaire. Le monopole public sur l'eau en Algérie se trouverait confronté à un dilemme qui consisterait à concilier entre la recherche d'un équilibre financier et d'une allocation optimale.

Le cadre pratique a pour objectif de choisir d'abord un mode de tarification et de l'adapter aux contraintes et limites du milieu. La réalité en Algérie consiste à considérer l'existence :

- D'un monopole public sur l'eau avec une volonté d'ouverture de certaines activités au privé.

- D'une classe sociale de plus en plus pauvre à laquelle il faudrait continuer d'offrir des services en eau à des tarifs étudiés. Selon une enquête de la banque mondiale, effectuée par J. Briscoe, les pauvres sont prêts à payer leurs services eau pourvue que l'offre soit fiable⁸.

Doit-on privilégier l'efficacité, l'équité, l'information, le financement ou la redistribution dans le nouveau dispositif de tarification ? Peut-on concilier entre des objectifs économiques ou financiers et des objectifs sociaux ?

⁸ L'étude fait ressortir l'existence de 4 types de communautés rurales disposées à faire un effort financier si le service est fiable.

Type1 : La population est disposée à payer pour des branchements privés, mais pas pour des points d'eau publics (Asie du Sud Est, Amérique Latine, Moyen orient et Afrique du Nord).

Type2 : Seule une minorité de ménages est prête à payer le coût d'un branchement privé, mais la majorité est disposée à payer la totalité du coût des points d'eau publics (communautés aisées d'Afrique et communautés pauvres d'Asie, Amérique Latine)

Type3 : Les ménages sont assez disposés à payer pour un service amélioré mais pas assez pour en supporter intégralement le coût (communautés pauvres des régions arides de l'Asie du Sud et de l'Afrique).

Type4 : Les ménages sont peu disposés à payer quelques types de service amélioré que ce soit (communautés qui se satisfont plus ou moins des réseaux traditionnels d'alimentation en eau ou celles qui estiment que le service doit être financé par l'état).

Pour plus de détails se référer à J. Briscoe « Pauvreté et alimentation en eau comment aller de l'avant in Finances et développement Décembre 1992, Banque Mondiale, Washington.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

Dans la réalité, la tarification actuelle appliquée au niveau national se trouve dans l'impossibilité de prendre en charge efficacement la totalité des coûts de mobilisation de l'eau. C'est la raison essentielle qui fait intervenir souvent les pouvoirs publics en recourant au financement externe des coûts fixes, car les redevances des usagers ne couvrent que les dépenses courantes (frais d'exploitation, remboursement et intérêts des dettes...).

Les tarifs appliqués étant assez peu dispersés montrent en réalité à l'omniprésence les pouvoirs publics dans le secteur. Les nouveaux tarifs auront pour principe de couvrir les charges d'exploitation des entreprises d'eau par les recettes d'eau et le recouvrement d'une partie des investissements par le biais de la redevance de gestion pour ces derniers.

5.3.1 Le prix de l'eau, signal sur la valeur de la ressource

La fixation du prix de l'eau devrait répondre à deux objectifs : assurer l'efficacité économique et environnementale et garantir l'équité sociale. L'efficacité revient à faire payer aux usagers l'eau à un prix égal au coût marginal de mise à disposition de la ressource. Idéalement, une redevance fixe devrait servir au recouvrement des coûts non directement liés aux volumes consommés (entretien du compteur, relevé des compteurs, tarification, perception des redevances) alors que le prix volumétrique devrait permettre un recouvrement de tous les coûts (tant à court qu'à long termes) qui varient en fonction des demandes moyennes et de pointe auxquelles doit répondre le réseau. Le prix volumétrique garantit une certaine équité puisque les usagers paient en fonction du volume qu'ils ont réellement consommé. Deux arguments peuvent pourtant expliquer la préférence pour les redevances fixes. Le premier est la réduction des risques financiers encourus suite à l'instabilité des redevances volumétriques. Le second argument intervient si les coûts d'une technologie de comptage sophistiquée et d'un relevé plus fréquent des compteurs sont perçus comme supérieurs aux gains d'efficacité, résultant de leur utilisation. Dans un souci d'équité, on voit également se développer la tarification progressive par tranche. Ce type de tarification peut être interprété comme une tentative de faire peser une plus grande partie de la charge sur les utilisateurs disposant des revenus les plus élevés.

Le prix transmettra un signal sur la valeur de la ressource aux usagers seulement si ceux-ci connaissent leur consommation d'eau et paient en fonction du volume effectivement consommé. On fait ici référence au problème du comptage. En Algérie, le développement des compteurs s'est accéléré. Depuis peu, toutes les nouvelles maisons doivent être équipées d'un compteur par logement.

5.3.2 Durabilité des ressources et tarification optimale de l'eau

Pour une gestion durable des ressources en eau, il fallait identifier l'origine des consommations de la ressource selon les principes « usager payeur » en fonction du prélèvement de la ressource, et « pollueur payeur » les pollueurs doivent supporter les coûts de dommages environnementaux. L'eau potable a effectivement un coût difficilement quantifiable qui demeure l'objet de nombreux débats.

Briscoe et Garn [1994] furent les premiers à remettre en cause l'idée selon laquelle les gouvernements devaient obligatoirement subventionner les « besoins en eau », et que l'estimation de ces derniers devaient être basées sur les demandes des agents et les investissements nécessaires visant à satisfaire ces demandes, c'est-à-dire favoriser les comportements basés sur l'offre. Les deux auteurs ont préconisé le financement du secteur de l'eau à travers la simple utilisation des tarifs, basés sur le principe de coût économique total, principe dont s'est inspiré la commission européenne dans sa Directive-Cadre [2000]. Le coût de l'approvisionnement en eau ne peut donc plus être seulement un simple coût financier (le coût de la fourniture), mais doit refléter également tous les coûts d'usage. Le tarif, au final, et pour garantir la durabilité des ressources, doit donc être augmenté d'une redevance-prélèvement (pour prendre en compte tous les coûts d'opportunité) et d'une redevance-pollution (pour prendre en compte les pollutions issues de la consommation).

Nous allons alors maintenant nous intéresser à la tarification des services d'eau potable et d'assainissement, en prenant en compte l'ensemble de ces coûts, de manière à assurer la viabilité sur le long terme de la ressource, mais également d'éviter les conflits avec les autres usagers. Nous verrons toutefois que la mise en place d'une tarification, théoriquement augmentée de tels coûts, n'est pas un exercice aisé, et qu'elle répond souvent à des objectifs différents.

Pour gérer durablement la ressource, la tarification doit refléter⁹ :

- i) les coûts financiers du service résultant des dépenses liées à exploitation et au capital,
- ii) les coûts environnementaux (dégâts que les utilisations de l'eau occasionnent),
- iii) les coûts d'épuisement de la ressource dans la perspective d'autres utilisations alternatives.

⁹ MRE / SOGREAH-ICEA : Etude de la tarification de l'eau à usage domestique et industriel », juin 2003, p.6.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

En pratique, le recouvrement des coûts financiers et environnementaux est seulement partiel, surtout par l'agriculture et dans les pays d'Europe du Sud. L'Union Européenne préconise plusieurs lignes directrices, dont les principales sont les suivantes :

- améliorer à un coût raisonnable les connaissances et les informations relatives à la demande en eau et à la pollution par les différents usages, à ses élasticités par rapport aux prix, aux coûts de fourniture des services et de l'utilisation de l'eau, incluant les coûts financiers, les coûts marginaux à long terme, les coûts environnementaux et les coûts de la ressource ;
- définir des tarifs à partir d'éléments physiques variables (volume d'eau ou de degré et nature de la pollution), à un niveau assurant le recouvrement des coûts de chaque service en incluant les différentes sources d'approvisionnement, évaluer les coûts administratifs des nouvelles politiques de tarification ;
- définir l'échelle spatiale. Les coûts financiers sont mieux évalués à l'échelle des distributeurs de service qu'à l'échelle du bassin hydrographique, mais ce dernier devrait constituer la base de l'évaluation des coûts environnementaux et de la ressource ;
- consulter les usagers et les consommateurs pour aménager la politique tarifaire et faciliter son acceptation sociale ;
- la politique de tarification doit être transparente et facile à comprendre pour être efficace.

5.3.3 Tarification des services de distribution d'eau et équilibre financier

Comme nous l'avons expliqué précédemment, la tarification se doit constituer un signal, auquel les consommateurs feront face, et incitant ceux-ci à se conformer à la réalité d'une ressource environnementale : éviter surtout les gaspillages et assurer ainsi la durabilité de la ressource. Les gestionnaires des réseaux publics doivent donc garder cet objectif à l'esprit lorsqu'ils vont appliquer leur règle de gestion à travers le tarif.

Le principe d'équilibre financier¹⁰, édicté par l'Union européenne pour les gestionnaires de réseaux publics d'eau, suit cette notion de « gestion par la demande », en opposition aux précédentes politiques de « gestion par l'offre », qui faisaient largement appel aux systèmes de subventions, déconnectant les tarifs de la rareté et/ou de la fragilité de la ressource en eau, puisqu'elles incitaient, en définitive, aux gaspillages.

¹⁰ Il s'appuie sur l'analyse des résultats des services dans la plupart des pays européens, et qui connaissent des déficits, notamment en Europe Centrale.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

Nous allons donc, dans ce qui va suivre désormais, étudier les modes de gestion qui échoient aux gestionnaires de ces réseaux (qu'ils soient publics ou privés), et qui vont influencer sur la tarification, tout en ne perdant pas de vue que la recherche d'un développement durable est également un objectif implicitement assigné au gestionnaire.

On considèrera, toutefois, que les coûts auxquels font face les gestionnaires des réseaux publics d'eau en question ont déjà correctement intégré certaines corrections, c'est-à-dire à travers des taxes imposées par un régulateur soucieux de la gestion durable de la ressource. On fera également l'hypothèse suivante : ces taxes, ou surcoûts, sont uniformes, autrement dit, qu'elles ne varient pas, unitairement, selon les quantités distribuées, consommées et assainies.

(a) Maximisation du profit en monopole

Un marché caractérisé par l'existence d'un monopole non contestable, ou soutenable, se distingue d'un marché de concurrence pure et parfaite sur deux plans : il existe un seul offreur et l'entrée est empêchée, ce qui exclut toute concurrence potentielle ou virtuelle. Ceci caractérise bien la situation, où se retrouve le gestionnaire comme le seul agent qui fixe le prix de ses services sur le marché. La courbe de demande étant en général décroissante, loin de devoir s'adapter au prix fixé par le jeu de l'offre et de la demande, il a, a priori, toute latitude pour choisir la combinaison prix-quantité qui lui convient le mieux. Il fixe donc le prix et peut, s'il le désire, l'augmenter à volonter, sans perdre, comme ce serait le cas pour la firme concurrentielle, toute sa clientèle : il n'en perdra en fait qu'une partie. En d'autres termes, même si, plus il vendra cher, moins il vendra d'unités, toute la question pour lui est de savoir si c'est en augmentant ou en diminuant son prix qu'il maximisera son profit. Le producteur en situation de monopole est dit en équilibre quand il n'a plus intérêt à modifier le prix et la quantité du bien produit.

Son profit sera maximum quand le supplément de recette provenant de la vente d'une unité supplémentaire est égal au supplément de coût occasionné par la production de cette unité supplémentaire, c'est-à-dire à un niveau de production q^* tel qu'il y ait égalité entre la recette marginale (Rm) et le coût marginal (Cm) (figure 5.1). Ainsi, la logique¹¹ qui conduit à

¹¹ On suppose, ici, que notre monopoleur subit des coûts moyens croissants, ce qui caractérise une situation, d'après A Marshall [1906], de normale.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

conclure que le monopoleur maximisera son profit, en choisissant un seuil de production qui égalise son revenu marginal à son coût marginal, est identique à celle utilisée pour montrer qu'une firme concurrentielle maximisera son profit, en choisissant l'output qui égalise son coût marginal au prix du marché. On a représenté sur la figure 5.1 (page suivante) les courbes de coût moyen (total, c'est-à-dire incluant coûts variable et fixe), de coût marginal et de recettes, moyenne et marginale. Ici, donc, le monopoleur fait face à des rendements décroissants.

Le point de rencontre (m) de la courbe de coût marginal et de la droite de recette marginale (figure 5.1) définit q^* , le niveau de production d'équilibre du monopoleur faisant face à des rendements décroissants, et qui lui permet d'obtenir pour chaque unité produit un profit issu de la différence entre le coût marginal et son coût moyen pour la production q^* : pousser la production au-delà de cette quantité q^* diminuerait le profit total de l'entreprise¹², inversement, si la production est inférieure à q^* , le producteur a intérêt à accroître son activité puisqu'à toute production inférieure q^* , la recette marginale est supérieure au coût marginal. La production d'équilibre pour le monopoleur connaissant des coûts croissants, sera vendue à un prix unitaire p^* ¹³. Pour un monopoleur, ce sur-profit est durable, et le prix, sans pression concurrentielle, restera supérieur au coût moyen. A ce prix p^* , non seulement le prix que fixe le monopoleur sera supérieur à celui qui aurait prévalu en situation de concurrence pure et parfaite p' , et qui est donné par la situation de concurrence entre les firmes en présence sur le marché, mais, en outre, les quantités produites seront par contre inférieures ($q^* < q'$), ce qui pose évidemment problème, car les quantités produites par le monopoleur sont par définition, les seules présentes sur le marché.

¹² Puisque, au-delà de ce niveau de production, le coût marginal est supérieur à la recette marginale, l'unité supplémentaire coûtant donc plus qu'elle ne rapporte

¹³ Le monopoleur satisfaisant toute la demande du marché, la droite de recette moyenne à l'entreprise est en effet confondue avec la courbe de demande du bien.

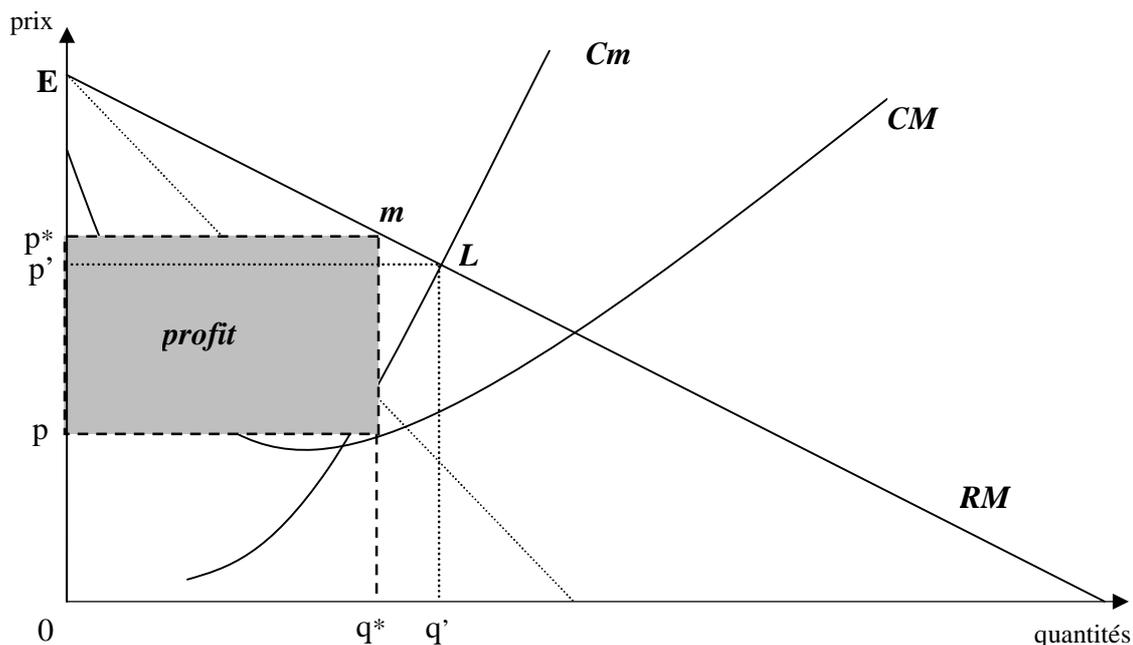


Figure 5.1 : monopole et maximisation du profit en situation de rendements décroissants

Ceci provoque, par conséquent, un phénomène de restriction par l'offre et non par la demande, rien à voir avec un phénomène de pénurie en situation de concurrence pure et parfaite, puisque cette restriction est volontairement appliquée par le monopoleur rationnel¹⁴.

(b) Le bien-être social et sa restriction

Nous savons que le monopoleur ne voudra pas produire plus qu'une quantité q^* s'il doit vendre toutes les unités à un prix unique, car la recette marginale provenant de la vente d'une unité additionnelle serait inférieure au coût marginal de production. Cependant, la courbe de demande de marché peut être interprétée comme spécifiant la dépense maximale que la société est prête à consentir pour chaque unité offerte à la vente. Si, a contrario, le monopoleur pensait à offrir la $(q^* + 1)^{ème}$ unité, la société accorderait à celle-ci une valeur supérieure à son coût de production. Si cette dernière pouvait trouver une façon de payer le monopoleur plus que le coût marginal de production de la $(q^* + 1)^{ème}$ unité, la société et le monopoleur bénéficieraient de cette unité supplémentaire. Alors, il serait possible que chaque

¹⁴ On dit également que le monopoleur « vide le marché »

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

individu (y compris l'entrepreneur) soit dans une meilleure situation en produisant la $(q^* + 1)^{\text{ème}}$ unité.

Le fait que celui-ci ne produise pas cette unité doit signifier que son comportement de monopoleur empêche la société d'atteindre son bien-être potentiel maximum. Si nous considérons toutes les unités entre q^* et q' , nous découvrons que ce que la société est prête à payer au maximum est supérieur au coût marginal de production de ces unités : c'est donc la valeur de ce que la société perd quand le monopoleur ne produit pas ces unités. Nous allons définir la notion de « surplus du consommateur » comme la mesure de la différence entre la somme de monnaie maximale qu'il est disposé à payer pour obtenir une certaine quantité de bien et la dépense qu'il doit supporter pour obtenir cette quantité du bien considéré.

5.4 Les systèmes tarifaires en présence

L'Algérie a connu depuis l'indépendance jusqu'en 1996, dans la plupart des villes une tarification forfaitaire. Ce système est simple et faiblement coûteux dans sa mise en œuvre et pour sa prévision exacte des recettes¹⁵. De plus, c'est un système de prix basé sur l'approche en terme d'offre d'eau et qui stimule la surconsommation voire les gaspillages. La nouvelle loi sur l'eau de juin 1996 ainsi que les nouveaux tarifs de septembre 96 interdisent la poursuite de ce type de tarification. L'inconvénient de ce système est qu'il met injustement à égalité petits et gros consommateurs de l'eau. Mais en Algérie, toutes les politiques d'offre n'ont pas pu résorber ce déficit en eau pour satisfaire les principaux utilisateurs. Si l'offre est faible et incertaine, la tarification au coût marginal va se préoccuper du critère d'efficacité mais pas celui d'équité, c'est-à-dire, qu'il se pourrait y avoir beaucoup d'utilisateurs exclus de la consommation, par le fait du prix élevé à court terme. A l'inverse, fixer des prix en tenant compte d'abord des coûts moyens occasionnés ne conduirait pas au principe d'allocation optimale de la ressource. Le système tarifaire de l'eau en Algérie obéit à une logique de tarification selon les zones correspondantes aux bassins hydrographiques et selon des tranches définie en fonction du volume de consommation. La base du système de tarification a été définie en 1985 par décret n°85.267 du 20 Oct. 1985. La facturation de la consommation

¹⁵ J. Ingles : Financement et organisation de la gestion de l'eau-ressource et de l'eau-milieu dans une perspective de long terme in ouvrage collectif sur eau ressource et eau milieu 1995, p.106.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

d'eau est établie trimestriellement. Le dernier barème a été fixé par le décret n° 05-13 du 09 janvier 2005¹⁶. La tarification pratiquée en Algérie est répartie en tranches de consommation. Une première tranche, parfois appelée « tranche sociale », est destinée à couvrir les besoins minimaux d'une famille et elle est facturée au prix minimum correspondant au coût de production (6,3 DA/m³). Le prix de vente augmente ensuite très rapidement pour les tranches supérieures. Le principe de la tranche de consommation dite sociale mérite réexamen. En effet on observe fréquemment que dans les quartiers populaires, plusieurs ménages partagent le même logement et donc le même compteur d'eau. Ceci les fait sortir de la tranche sociale de tarification, de sorte qu'en définitive ils paient l'eau plus chère que certains ménages aisés vivant seuls. Cette situation biaise le principe de tarification sociale tant que les compteurs ne sont pas différenciés en fonction du niveau de revenu des usagers et du nombre de personne dans un seul ménage.

La tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement couvre tout ou partie des charges financières liées à l'exploitation, à la maintenance, au renouvellement et au développement des infrastructures et installations hydrauliques correspondantes. Elle est différenciée selon des zones tarifaires territoriales, et fait l'objet de barèmes de tarifs progressifs tenant compte des catégories d'usagers et des tranches de consommation d'eau. La facturation aux usagers des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement comprend une partie fixe et une partie variable. La partie fixe est déterminée pour couvrir tout ou partie des frais d'abonnement et d'entretien du compteur d'eau ainsi que des frais d'entretien des branchements de l'utilisateur sur les réseaux publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement, par contre la partie variable est déterminée en fonction du volume d'eau consommé par l'utilisateur à partir du branchement au réseau public d'AEP.

Les tarifs de l'eau potable et de l'assainissement sont révisables par indexation à l'évolution des conditions économiques générales et ceci, par application de formules d'indexation représentatives de la structure des coûts des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement.

Toutes les structures tarifaires sont basées sur deux composantes qui peuvent intervenir dans la tarification de l'AEP : la partie fixe, indépendante du volume d'eau

¹⁶ Ministère des Ressources en Eau (MRE) -2000.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

consommé et la partie proportionnelle au volume d'eau consommé. Il est alors possible de définir trois types de structures tarifaires (Figure 5.2) :

- La tarification forfaitaire : le montant de la facture est indépendant du volume d'eau réellement consommé.
- La tarification monôme : autorisée par le cadre législatif et préconisée par les différentes associations de consommateurs, et elle ne possède pas de partie fixe mais uniquement une partie proportionnelle liée directement à la consommation d'eau.
- La tarification binôme : l'abonné¹⁷ paie un montant proportionnel à sa consommation d'eau et une partie fixe.

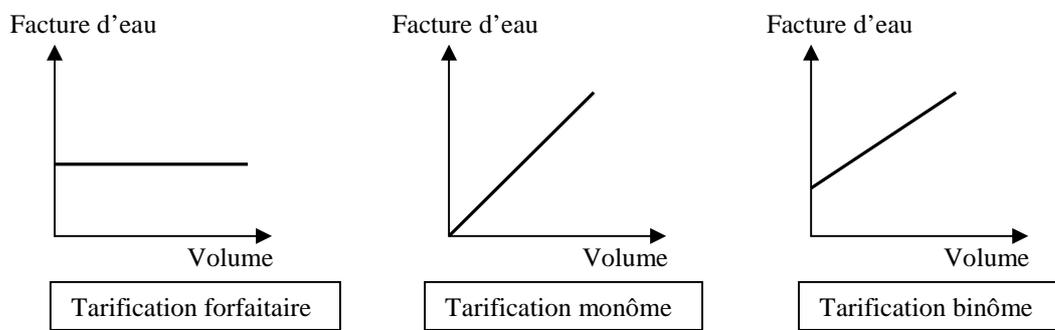


Figure 5.2 : Types de tarification

5.5 Autres types de tarification

De plus, la partie proportionnelle peut être associée ou non à des paliers (Figure 5.3) qui peuvent être :

- **Décroissants** : plus la consommation d'eau est élevée moins le prix du mètre cube d'eau est cher.
- **Croissants** : plus la consommation d'eau est importante plus le prix du mètre cube d'eau est cher.
- **Complexes (ou mixtes)** : le prix du mètre cube n'est régi par une fonction ni strictement croissante ni strictement décroissante.

¹⁷ L'abonné est la personne qui reçoit la facture d'eau. Il peut être un ménage ou un « groupe de ménages » dans le cas, par exemple, d'immeubles où l'abonné peut être unique (le syndic).

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

S'il existe, dans la plupart des pays de l'OCDE, des écarts importants entre les structures tarifaires applicables aux usagers de réseaux publics en eau¹⁸, on a pu observer, ces dernières années, l'abandon généralisé de structures tarifaires à prix forfaitaires et dégressives par tranches au profit d'une tarification en fonction du volume et de structures progressives par tranches. On rappellera, qu'il existe trois systèmes de tarification qui peuvent être adoptés (au-delà de la partie fixe, s'il y en a une) si les consommateurs sont équipés de compteurs, nous pouvons résumer les grandes tendances tarifaires de la manière suivante :

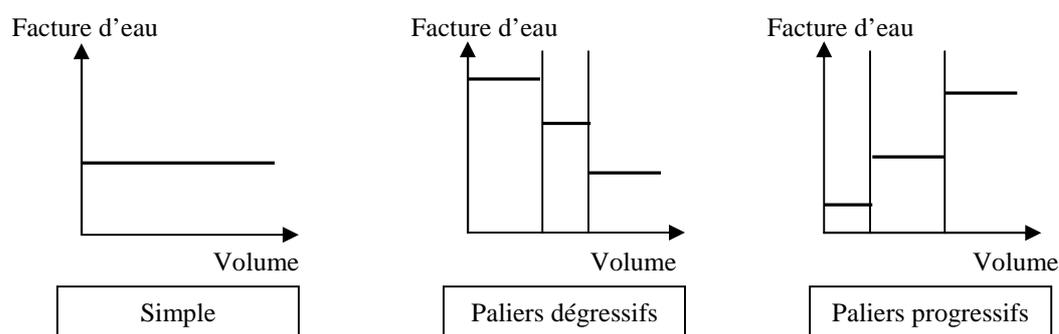


Figure 5.3 : Types de tarification proportionnelle

- **Part variable : le prix volumétrique et les avantages issus de la tarification progressive par tranches**

La tarification progressive par tranche de consommation est principalement répandue en Amérique du Sud et en Afrique du Nord. Elle est également pratiquée dans certains pays européens (Italie).

La pose de compteurs chez les usagers a permis de mettre en place des structures tarifaires directement liées aux volumes consommés, structures qui ont pour objectif de pousser les consommateurs à adapter leur consommation. Si les compteurs sont en général, présents dans toutes les entreprises raccordées aux réseaux publics d'eau, il n'en va pas de même pour les utilisateurs résidentiels, même s'il existe de grandes disparités dans les pays de l'OCDE (pratiquement aucun ménage en Grande-Bretagne en 1998, contre près de 95% d'entre eux, en 1997, aux Etats-Unis).

Cependant, la situation est très différente, selon si les consommateurs résidentiels habitent dans des maisons individuelles (généralement bien équipées) ou dans des immeubles (où vit, pourtant, la plus grande partie de la population). Dans ce dernier cas, généralement, la

¹⁸ Cité par DALMAS, 2003, p 237.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

facture concerne les consommations de l'immeuble dans son ensemble, et est ensuite adressée aux habitants au prorata de certains critères variables (superficie du logement, nombre de pièces, de résidents...). De cette manière, il est forcément très difficile pour un résident de connaître son volume de consommation individuelle, ce qui fait que le tarif ne peut avoir beaucoup d'effet sur celui-ci. En situation de pression trop intense sur les ressources, les comportements de « passager clandestin » sont ainsi favorisés, chacun pensant que son voisin est responsable du gaspillage éventuel.

- **Les tarifs proportionnels** : toutes les quantités d'eau facturées le sont au même prix unitaire ;

- **Les tarifs dégressifs** : plus la consommation est importante, plus le prix unitaire (du mètre cube, par exemple) diminue. Ce mode de tarification fonctionne par tranche, ou palier de consommation, un prix unitaire du mètre cube inférieur à celui de la tranche précédente est appliqué aux mètres cubes consommés. Ainsi, il revient à appliquer aux consommateurs un coût marginal très élevé pour de faibles niveaux de consommation et un faible coût marginal pour de forts niveaux, ce qui revient à faire supporter aux consommateurs à faible revenu, qui consomment généralement peu d'eau, une charge financière injustifiée, et ne pas inciter les plus gros consommateurs, qui sont souvent les plus aisés à préserver la ressource ;

- **Les tarifs progressifs** : plus la consommation est importante, plus le prix unitaire du mètre cube augmente. Pour chaque tranche de consommation, un prix unitaire du mètre cube supérieur à celui de la tranche précédente est appliqué aux mètres cubes consommés dans la tranche. Ce type de structure encourage la préservation, en assurant à toute consommation supplémentaire en eau un fort coût marginal : en effet, à la marge (entre les deux tranches), où l'utilisateur décidera qu'il est rationnel de consommer plus d'eau, une part de son revenu pourra être sauvegardée en réduisant les consommations qu'il jugera inutiles.

La tarification par paliers croissants est la plus répandue et semble avoir été la solution choisie face à une importante population, et pour faire peser une plus grande partie de la charge sur les utilisateurs disposant de revenus plus élevés. La tarification progressive par tranches prévoyant une première tranche à un prix très faible, voire nul, a été mise en place dans plusieurs pays pour garantir l'accès à un volume minimum d'eau. Cette structure tarifaire ne peut être qualifiée de tarif social, car il n'a pas été établi que les ménages pauvres consommaient beaucoup moins d'eau que les plus aisés. Il ressort généralement des études

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

empiriques que l'élasticité d'eau par rapport au revenu est faible ; autrement dit, les pauvres ne consomment pas nécessairement moins d'eau que les riches.

Si un ciblage parfait peut s'avérer trop onéreux, un certain nombre de solutions ont été adoptées dans différents pays. L'une d'entre elles consiste à ajuster la structure tarifaire en fonction de la taille du ménage afin de ne pas pénaliser les familles nombreuses. Cette solution est adoptée dans un nombre croissant de pays de l'OCDE, notamment à Bruxelles et dans la région flamande en Belgique, au Luxembourg et dans certaines communes d'Espagne, de Grèce et du Portugal¹⁹.

Une autre solution consiste à appliquer un tarif volumétrique uniforme. Suffisamment élevé pour atteindre les objectifs d'efficacité économique et de viabilité financière, et à utiliser une partie des recettes pour aider les familles qui ne pourraient sinon faire face à leur factures. On peut citer le système adopté dans la région wallonne en Belgique, où le prix de l'eau comprend une redevance qui alimente le Fonds Social de l'Eau en vue d'une redistribution auprès des ménages à faible revenu.

Cela confirme qu'une tarification bien conçue des services de distribution d'eau et d'assainissement peut être ajustée, en termes de structure et de niveau, afin de contribuer à différents objectifs de l'action publique. Cependant, il faut pour cela évaluer attentivement les éventuelles conséquences des tarifs sur les plans écologique, social, économique et financier.

• Les inconvénients issus de la tarification progressive par tranches inhérents à la taille des ménages les moins aisés :

Bien que d'aspect aisé, la mise en œuvre d'un tarif progressif par tranches peut, involontairement, faire apparaître un certain facteur de régressivité, puisqu'il arrive que la « première tranche », la plus basse soit effectivement réservée aux familles peu nombreuses, qui consommeraient moins que des familles plus nombreuses, et consommant alors plus, mais qui sont souvent les plus pauvres, celles-ci risquant en fait de se retrouver dans des tranches plus coûteuses et de payer des tarifs volumétriques moyens beaucoup plus élevés que ces familles peu nombreuses (et plus aisées) [OCDE, 2003]. Ce problème réside dans le fait que la facture est adressée non pas aux consommateurs résidentiels individuels, mais au ménage,

¹⁹ Le prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement : éditions OCDE, 2010, p87-88.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

indifféremment des consommateurs que cette notion regroupe, et qui résident dans le même logement collectif ou individuel

La conception d'une tarification progressive par tranches peut être adaptée de plusieurs façons pour faire en sorte que la gamme et les tarifs des tranches tarifaires permettent d'obtenir les effets distributifs recherchés. L'application d'un service de type social, tel qu'il a été pratiqué en Algérie, et visant à garantir à tous les niveaux l'accès minimum²⁰, couplée à une tarification progressive par tranches peut néanmoins résoudre cet effet pervers de ce type de tarification.

5.6 La tarification au coût marginal

La tarification au coût marginal devrait suffire à la conservation de la ressource, car l'utilisateur paiera le mètre cube d'eau au coût de son renouvellement. Le couple prix-quantité socialement optimal est celui qui maximise la somme du surplus du producteur et du surplus du consommateur. Dans ce cas, le seul prix unique qui peut être optimal est celui pour lequel la courbe de demande coupe la courbe de coût marginal du monopoleur. Cette intersection a lieu au point L, sur la figure 5.1 et nous donne un prix p' , ce qui nous rapproche du modèle de concurrence pure et parfaite, où les firmes choisissent de produire une quantité q^i telle qu'il y ait égalité entre le prix (exogène) et le coût marginal. En situation de rendements décroissants, le gestionnaire connaîtra toujours des bénéfices, mais moins importants que ceux qu'il aurait pu retirer s'il avait tarifé tel un monopoleur classique. Toutefois, un tel tarif permet de maximiser le bien-être social, en permettant aux consommateurs d'avoir accès à plus de quantités de bien ou de ressource, à un prix unitaire inférieur.

Cependant, deux critiques peuvent être formulées de cette règle de gestion : la première, plus politique, relève de l'encadrement et de la réglementation des monopoles, la seconde, plus économique, relève de l'existence de rendements croissants.

(a) Les modalités de la réglementation

- **Tarification socialement optimale**

La première modalité d'intervention possible consiste à agir sur le prix de vente du produit. L'Etat contraint le monopole à appliquer la tarification au coût marginal, socialement

²⁰ En partant du principe que l'eau répond à l'un des besoins fondamentaux de la population et que cette fraction de la consommation fondamentale doit être distribuée gratuitement.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

optimale : le prix de vente de la production d'équilibre du monopole est égal au coût marginal de cette quantité (figure 5.4). Spontanément le monopole naturel choisit l'équilibre (x^M, p^M) , sa recette marginale est égale à son coût marginal pour cette production d'équilibre, son prix d'équilibre correspond à la recette moyenne de la quantité x^M , c'est le prix maximal possible pour vendre la quantité x^M . Le monopole maximise son profit. Si l'Etat le contraint à appliquer la règle de tarification au coût marginal, il produit la quantité x^c qu'il vend au prix p^c . Son profit est alors négatif, puisque le prix est inférieur au coût moyen de la quantité produite. C'est la surface grisée sur la (figure 5.4).

Imposer cette tarification n'est concevable que si l'Etat assure la pérennité de l'entreprise : il doit verser à l'entreprise une subvention à hauteur de ses pertes afin de lui permettre de maintenir son activité.

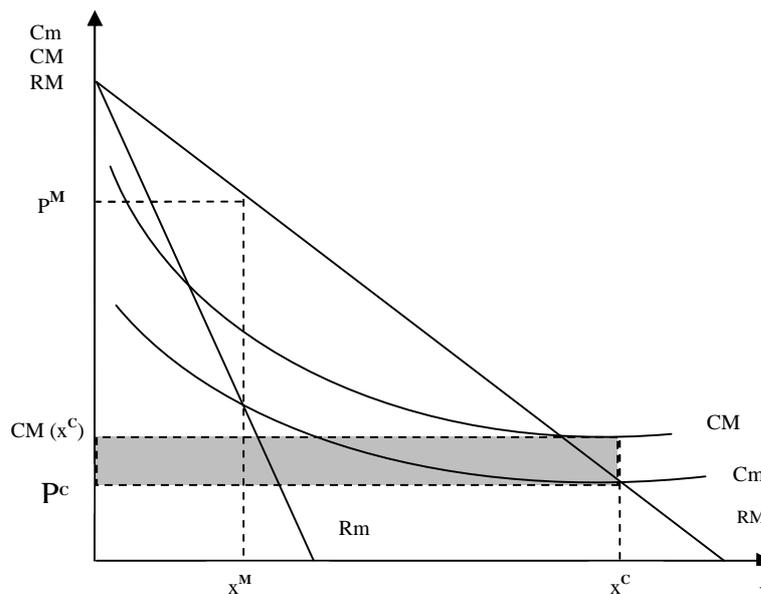


Figure 54 : Equilibre du monopole et tarification socialement optimale

Pour maximiser le bien-être collectif et permettre à la collectivité de bénéficier des économies d'échelle du monopole naturel, l'Etat accepte de supporter les pertes financières de l'entreprise. Les subventions versées correspondent le plus souvent à des recettes fiscales. Il est donc nécessaire que les contribuables approuvent ce transfert vers l'entreprise, que leur bien-être soit plus grand en dépit de la diminution de leur revenu dû aux impôts. Il faut également qu'ils aient conscience du bien fondé de ce transfert, faute de quoi ils ne verront qu'une subvention vers une entreprise déficitaire parce que mal gérée. La tarification optimale

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

et la subvention qui l'accompagne impliquent une redistribution des ressources des contribuables vers les utilisateurs du bien produit par le monopole. Cette redistribution est d'autant plus acceptable que le bien produit correspond à un service d'utilité publique demandé par de nombreux agents, comme un service de distribution d'eau et d'assainissement, transport ou d'électricité par exemple.

La détermination concrète de la tarification optimale et de la subvention à verser place les décideurs publics dans une situation d'asymétrie d'information. Pour réglementer des monopoles naturels privés ou contrôler la gestion de monopoles naturels publics. L'Etat doit avoir une connaissance exacte de la structure des coûts de l'entreprise. Or, ses gestionnaires ont intérêt à surestimer leur coût marginal ou leur coût moyen, afin de moins s'éloigner de la tarification monopolistique ou d'obtenir une subvention plus importante. L'intervention publique pourrait alors imposer une tarification non optimale ou atteindre la tarification au coût marginal mais avec des coûts de surveillance et de contrôle trop importants.

- **Tarification au coût moyen**

Les conséquences potentiellement problématiques du financement de la subvention et la crainte de mener une intervention mal perçue peuvent conduire l'Etat à une autre stratégie.

Il s'agit de renoncer à imposer la tarification optimale sans pour autant renoncer complètement à traiter la sous-optimalité.

Pour ne pas avoir à couvrir les pertes du monopole, l'Etat impose à l'entreprise d'avoir un profit nul. Le monopole va devoir produire une quantité x^a telle que le coût moyen de x^a soit égal à la recette moyenne, c'est-à-dire au prix de vente, p^a (figure 5.5).

La tarification au coût moyen est un compromis entre la tarification monopolistique, p^M , et la tarification au coût marginal p^c . Faute de pouvoir atteindre cette dernière sans les effets cruels dus à la subvention, l'Etat se résout à une tarification de second choix, par rapport à l'équilibre du monopole, le prix et la quantité se rapprochent des valeurs (p^c, x^c) , mais sans pour autant les atteindre. (p^a, x^a) est un optimum de moindre mal, appelé optimum de second rang, plutôt que de ne rien faire, l'Etat choisit d'amoindrir la sous-optimalité du monopole.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

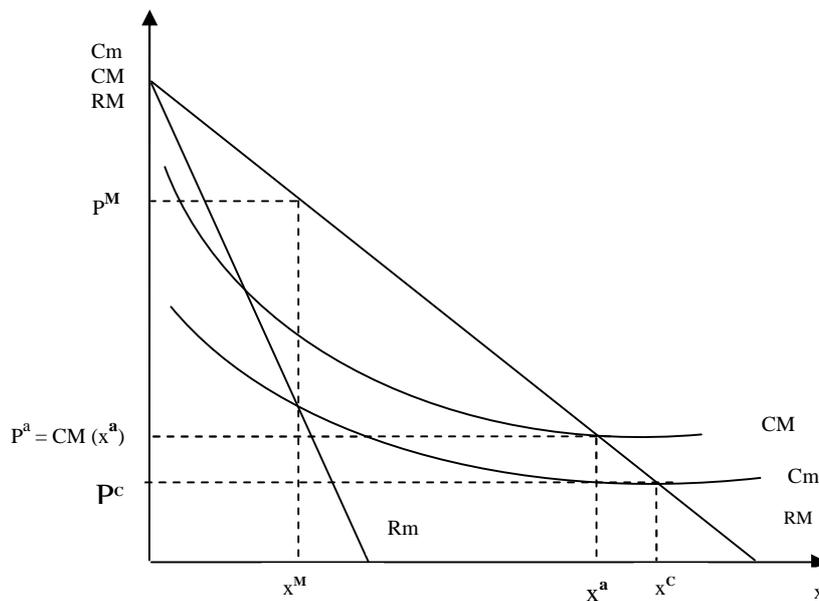


Figure 5.5 Tarification au coût moyen

La tarification au coût moyen imposée par l'Etat est celle qu'adopterait spontanément un monopole naturel contestable. Si on admet que le monopole est soumis à une concurrence potentielle, l'intervention de l'Etat et le comportement libre de l'entreprise aboutissent à des situations parfaitement similaires. L'intervention de l'Etat n'a alors plus de justification.

La tarification au coût moyen présente deux avantages. Elle évite la subvention et ne nécessite plus de connaître la structure des coûts de l'entreprise, pour vérifier que l'entreprise a effectivement respecté la tarification voulue, il suffit de s'assurer qu'elle fait un profit nul. Par contre, avec cette tarification, le monopole n'est pas incité à maîtriser ses coûts de production, puisqu'ils seront forcément couverts avec le prix autorisé par l'Etat, des dépenses excessives sont à craindre. Si l'Etat ne connaît pas la structure des coûts, s'il est en asymétrie d'information par rapport au monopole, un risque moral existe. Des mécanismes qui incitent à la minimisation des coûts peuvent être mis en place. C'est par exemple le cas si, après avoir fixé le prix et la quantité à produire (p^a, x^a), l'Etat permet au monopole de conserver un éventuel profit, ce qu'il ne pourra faire qu'en réduisant ses coûts.

Cette tarification est sans doute moins problématique que la tarification socialement optimale et peut sembler plus attractive, mais elle implique d'abandonner partiellement l'objectif initial de l'intervention publique : supprimer la sous-optimalité du monopole.

5.7 Conclusion

La gestion de l'eau consiste à mieux répartir la ressource entre les usages concurrents et empêcher qu'elle soit gaspillée ou polluée. Dans ce contexte, la tarification peut faire office de mécanisme d'allocation, en allouant l'eau là où elle sera employée le plus utilement. La tarification des services d'eau potable et d'assainissement demeure une préoccupation essentielle pour une gestion durable de la ressource. Le rôle du gestionnaire dans la fixation des tarifs reste un élément central, car ces derniers nous permettent de connaître avec précision la structure des coûts d'alimentation en eau potable.

Sa position institutionnalisée d'unique offreuse pourra asseoir son pouvoir de monopole, et ce à travers l'usage de la tarification. Cette situation du marché pourra provoquer une baisse de la consommation consécutive à la hausse des prix, ceci ne sera pas dû à l'instauration de taxes visant à remplacer son coût privé par un coût social, action visant à protéger le bien être social en prenant en compte la protection de l'environnement²¹. Elle constitue aussi un moyen de gérer la demande (faire plus avec moins d'eau) ou d'augmenter la productivité des ressources en eau (faire plus avec la même quantité d'eau), par exemple en favorisant le développement et l'adoption de la technologie qui économisent l'eau. Elle agit en informant les utilisateurs (y compris les pollueurs) sur la valeur économique de l'eau, afin qu'ils en tiennent compte de leurs décisions. Son efficacité dépend du degré auquel les différents utilisateurs sont sensibles aux incitations économiques²².

L'apparition en Afrique du Nord, plus particulièrement en Algérie de nouveaux facteurs, sources de contraintes supplémentaires (forte croissance démographique, forte urbanisation, croissance rapide de la demande, hausse des coûts de mobilisation des ressources et d'exploitation ou, hausse des coûts liés à l'extension des services d'AEP à des zones de faible densité de population pour lesquelles le coût unitaire du service d'eau est relativement plus élevé), a généré l'idée d'atteindre des niveaux de production et de consommation d'eau économiquement « efficaces » susceptibles d'épargner les ressources rares. L'attention s'est

²¹ Voir Dalmas (2003).

²² OCDE (2010) indique, par exemple, que les utilisateurs de la ressource réagissent imparfaitement au prix de l'eau ; il existe des effets de seuil et autres facteurs propres, de sorte qu'il est impératif d'analyser attentivement l'ensemble des incitations auxquelles sont exposés ces utilisateurs avant d'adopter une politique de tarification.

Chapitre 5

L'analyse économique théorique de la tarification de services d'eau potable

donc progressivement portée sur une hausse de la tarification de l'eau pour qu'elle atteigne au moins la valeur de son coût marginal.

En Algérie, les tarifs pratiqués pour les services d'eau potable et d'assainissement sont très inférieurs à ceux qui résultent du calcul des coûts. Leur évolution est limitée de deux points de vue : d'une part par la capacité de paiement des usagers et notamment les ménages, et d'autre part, par la pauvreté de la qualité du service qui ne donne pas satisfaction aux utilisateurs. Un système de tarification qui apporte des solutions fondamentales à ces problèmes s'impose plus que jamais.

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

6.1 Introduction

L'objet de ce chapitre est de simuler les politiques tarifaires à partir des résultats, que nous avons obtenus via la modélisation économétrique des fonctions de demande domestique en eau et de coût. Ces fonctions permettent de calculer à la fois la valorisation de bien eau pour les différents usagers et les variations du bien-être suite à l'application d'une politique économique de hausse des tarifs. L'intérêt premier de ces études est souvent d'élasticité-prix, revenu et de coût marginal. Ces chiffres seront utilisés par la suite pour orienter une politique de gestion de la ressource en eau. Il faut faire en sorte d'éviter tout biais dans l'estimation des coefficients. L'élasticité-prix et coût marginal serviront à prévoir l'impact de toute politique de prix sur la ressource.

L'étude menée est du type micro-économique, car elle s'attache à décrire le comportement des agents économiques par rapport aux différentes situations restrictives du marché. Nous garderons toujours présent à l'esprit que l'objectif est de faire asseoir une tarification, qui répond aux impératifs de l'heure tout en puisant le meilleur parti de l'existant. On rappelle ici, les réflexions menées dans le chapitre précédent sur les caractéristiques du bien, le comportement de l'utilisateur et ses relations avec le service d'eau. En outre, les outils de gestion présents nous fournissent tous les éléments nécessaires pour spécifier et estimer le prix du service d'AEP.

L'intérêt général commanderait qu'on tarife l'usage des services d'AEP et d'assainissement à leur coût marginal, en prenant soin d'y inclure tous les coûts d'opportunité, dont ceux liés à la pollution. À tout le moins, on devrait abaisser les tarifs de manière à assurer un plein accès à ces services essentiels. Ce résultat est connu par les économistes comme la solution de premier rang (first best). À l'autre bout du spectre, le gestionnaire de service pourrait exercer tout son pouvoir de marché et maximiser ses profits privés, compte tenu de la demande.

L'objectif visé se situe le plus souvent entre ces deux solutions. Il faut collecter suffisamment de recettes pour couvrir les coûts ou, du moins, une partie d'entre eux. Dans l'intérêt général, les recettes totales doivent alors être prélevées grâce à une gestion aussi proche que possible du premier rang, c'est-à-dire, en maximisant l'accès aux services d'AEP, pour le plus grand bien-être des citoyens. On cherche alors ce que les économistes appellent la solution de second rang (second best), c'est-à-dire, la meilleure solution étant donnée la

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

contrainte d'équilibre budgétaire imposée au gestionnaire. Le problème est de déterminer les tarifs de manière à atteindre cet objectif. C'est la problématique abordée dans ce chapitre. On suppose que la contrainte budgétaire ne peut pas être modifiée. On étudie la tarification à la Ramsey-Boiteux, aussi dite linéaire. Dans ce cas, il n'y a qu'un prix par unité de bien ou de service, bien qu'il puisse varier d'un bien à un autre. Il y'a aussi une possibilité de faire mieux avec des tarifs polynômes ou non linéaire, comprenant des charges fixes, des prix d'usage, etc. On termine par un bref survol des applications qui ont été faites de la tarification linéaire. Pour cela, on se réfèrera aux développements des applications théoriques concernant la tarification des services d'eau potable présentés dans les prochaines sections.

6.2 La tarification à la Ramsey-Boiteux

La théorie économique nous enseigne que, pour assurer la maximisation du bien-être des consommateurs, les biens et services doivent être vendus à leur coût marginal social¹. Cependant, en présence d'économies d'échelle, ce mode de tarification donne un déficit. Une solution possible consiste à combler ce déficit par une subvention, comme on le fait pour le transport en commun par exemple. Dans d'autres situations, cela est politiquement impossible et on requiert plutôt que le responsable de la production s'autofinance, au moins en partie. Pour ce faire, il doit alors majorer les prix, du moins certains d'entre eux, au dessus des coûts marginaux.

La règle de Ramsey-Boiteux indique comment opérer cette majoration, tout en générant le moins de distorsions possibles par rapport aux consommations de premier rang obtenues avec la tarification au coût marginal. Elle maximise le bien être total des consommateurs sous la contrainte budgétaire. Elle suppose la fonction de demande connue ou, du moins, l'élasticité de cette dernière. La définition ainsi que quelques illustrations de ce concept fondamental sont données à l'annexe E.

Il sera plus aisé de comprendre la règle de Ramsey-Boiteux si on comprend bien la manière dont un monopole fixerait les prix pour maximiser son profit. Nous allons donc commencer par ce problème, d'abord avec une catégorie d'usagers, puis par deux. On passera ensuite assez naturellement à la règle de Ramsey-Boiteux.

¹ Ce dernier inclut les dommages à l'environnement et les effets pervers pour les autres agents.

6.2.1 La maximisation du profit avec une catégorie d'usagers

Nous considérons un monopole qui produit un bien à un coût marginal c^2 . Ce monopole fait cependant face à un coût fixe c , nécessaire au fonctionnement et à l'entretien de l'industrie de réseau. C'est le type de configuration de coûts qui justifie l'existence d'un monopole. Dans ce cas, le coût marginal est en effet toujours inférieur au coût moyen et ce dernier est toujours décroissant. La tarification au coût marginal donnerait forcément un profit négatif.

Supposons pour l'instant qu'il n'y a qu'une catégorie de consommateurs, avec une demande d'élasticité $\eta(p)$. Pour maximiser le profit, le prix p doit être choisi de manière

à satisfaire la condition suivante :

$$\frac{p - c}{p} = \frac{1}{\eta(p)} \quad (1)$$

Ainsi, pour maximiser le profit, il faut choisir un prix p de manière à ce que la marge $(p - c)$ réalisée par rapport au prix soit égale à l'inverse de l'élasticité³. Une justification intuitive de l'expression ci-dessus est la suivante. La réduction du prix d'une unité ($\Delta p = -1$) a deux effets. Le premier est négatif, puisqu'il correspond à une diminution directe du profit de $\Delta p \times q = -q$. Le deuxième effet est positif et correspond à l'accroissement de la quantité demandée suite à la baisse du prix. En vertu de la définition de l'élasticité, cette dernière est donnée par $\Delta q = \eta(p) \times \frac{q}{p}$ ⁴. Elle entraîne une augmentation du

profit d'un montant $(p - c) \times \Delta q = (p - c) \times \eta(p) \times \frac{q}{p} = \frac{(p - c)}{p} \times \eta(p) \times q$.

Pour maximiser le profit, il faut que les deux effets s'annulent :

$$\frac{(p - c)}{p} \times \eta(p) \times q = q.$$

En divisant les deux parties de cette égalité par $\eta(p) \times q$, on obtient la règle (1).

² Cela signifie que la production de toute unité supplémentaire entraîne un coût additionnel C .

³ Dans la littérature sur le monopole, on se réfère au rapport $\frac{p-c}{p}$ sous le vocable d'indice de Lerner. Voir Lerner (1934)

⁴ Voir à l'annexe C.

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Comme cas particulier, si le coût marginal de production c est nul, le prix doit être fixé de manière à égaliser l'élasticité à 1 ($\eta(p) = 1$). De façon générale, le prix p ne doit jamais être fixé de sorte que l'élasticité soit inférieure à 1⁵.

6.2.2 La maximisation du profit avec deux catégories d'utilisateurs

Nous considérons maintenant le cas où il existe deux catégories d'utilisateurs, avec des élasticités respectives $\eta_1(p)$ et $\eta_2(p)$, pouvant être servies à des coûts marginaux respectifs c_1 et c_2 . Pour les mêmes raisons et suivent les mêmes intuitions que pour la maximisation du profit, la structure optimale des prix est donnée par la formule suivante :

$$\frac{p_1 - c_1}{p_1} = \frac{1}{\eta_1(p_1)} \quad \frac{p_2 - c_2}{p_2} = \frac{1}{\eta_2(p_2)}$$

La marge réalisée par rapport au prix pour chaque type de consommateurs doit être égale à l'inverse de l'élasticité de la demande de ce même type de consommateurs. La marge réalisée par rapport au prix doit être d'autant plus importante que la demande des consommateurs à une faible élasticité. L'intuition derrière ces formules est la suivante. Les utilisateurs dont la demande est moins élastique sont moins sensibles aux variations de prix que ceux dont la demande est plus élastique. Ils peuvent faire face à un prix plus élevé, payer une marge plus importante, sans pour autant diminuer sensiblement leur consommation. Les utilisateurs ayant une élasticité plus grande paieront un prix plus proche du coût marginal qu'ils imposent au producteur. On veut ainsi qu'ils maintiennent la quantité demandée à un niveau élevé.

Comme cas particuliers, si les coûts marginaux des deux catégories de consommateurs sont nuls ($c_1 = c_2 = 0$), alors chaque prix p_i doit être fixé de sorte que l'élasticité $\eta_i(p_i)$ soit égale à 1.

⁵ Avec $\eta(p) < 1$, une augmentation de prix d'une unité ($\Delta p = 1$) entraînerait une augmentation directe du profit de $\Delta p \times q = q$. La baisse indirecte, due à l'augmentation de prix, serait inférieure à la hausse directe. On aurait en effet $p \times \Delta q = \eta(p) \times q > -q$. En termes absolus, $|p \times \Delta q| < q$.

6.3 L'optimum de second rang avec deux catégories de consommateurs

Nous supposons dorénavant que le monopole n'ait pas le droit de maximiser ses profits mais qu'on lui permette simplement de couvrir ses coûts, c'est-à-dire, d'atteindre l'équilibre budgétaire⁶. Pour fixer les prix qui atteignent l'objectif de second rang, en suivant les mêmes intuitions, la règle est donnée par la formule suivante :

$$\frac{p_1 - c_1}{p_1} = \frac{\lambda}{\eta_1(p_1)} \quad \frac{p_2 - c_2}{p_2} = \frac{\lambda}{\eta_2(p_2)} \quad (2)$$

Dans cette formule, λ est fixé de façon à satisfaire la condition d'équilibre budgétaire. On trouve cette valeur en résolvant un système d'équations simultanées, par tâtonnement si nécessaire. Si on pose $\lambda = 1$, on retrouve la solution qui maximise le profit. Avec $\lambda = 0$, on obtient les prix de la solution de premier rang, $p_1 = c_1$ et $p_2 = c_2$, qui donnent un déficit. La solution de second-rang, correspondant au cas de l'équilibre budgétaire, est quelque part entre les deux : $0 < \lambda < 1$. Les prix qui sont définis par la règle (2) sont dits de Ramsey-Boiteux⁷. La règle (2) elle-même est souvent appelée la règle de l'inverse de l'élasticité. Si $c_1 = c_2 = 0$, les prix doivent être tels que :

$$\eta_1(p_1) = \eta_2(p_2) = \lambda \quad (3)$$

À l'optimum de second rang, les prix sont alors choisis de sorte que les élasticités des deux catégories de consommateurs soient égales et inférieures à l'unité. Ce résultat montre que la structure des prix est dans un sens, équitable : les deux types de consommateurs réagissent de manière similaire à une augmentation marginale des prix, puisque leurs élasticités sont égales. Cette propriété d'équité est une caractéristique importante de la structure de ces prix.

Dans le cas plus général, les marges réalisées en fixant les prix optimaux de second rang (les membres gauches de la règle (2) sont proportionnelles, et non plus égales, à l'inverse des élasticités des demandes respectives des consommateurs. Les marges sont donc plus faibles que lorsque le profit de l'entreprise est maximisé.

⁶ S'agissant d'entreprises publiques, on pourrait exiger qu'elles récupèrent un certain pourcentage de leurs coûts. La notion d'équilibre budgétaire peut s'entendre dans ce sens également.

⁷ Pour une présentation plus poussée, Voir également Ramsey (1927) et Boiteux (1956).

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Le facteur λ , inférieur à 1, reflète la contrainte d'équilibre budgétaire imposée au gestionnaire de l'entreprise, qui ne peut pas profiter pleinement de son pouvoir de marché pour maximiser ses profits.

Comme pour la maximisation du profit, les consommateurs à forte élasticité bénéficient d'une marge plus faible, par rapport au coût marginal, que ceux à faible élasticité. L'intuition est la même : si l'entreprise décidait d'une marge trop élevée, ces consommateurs auraient intérêt à se tourner vers un bien substitut. À l'inverse, les marchés où la demande est peu élastique peuvent supporter une marge plus élevée sans que les consommateurs modifient leur choix de façon sensible pour un produit substitut.

La règle de fixation des prix exprimée en (2) permet à l'entreprise d'atteindre l'équilibre budgétaire, tout en minimisant la distorsion par rapport à l'optimum de premier rang (pour lequel les prix sont égaux aux coûts marginaux). Même si les consommateurs à faible élasticité couvrent une plus grande part des coûts de fonctionnement et de maintenance, ils bénéficient tout de même de la présence des consommateurs dont l'élasticité est plus grande, puisque ceux-ci contribuent aussi à l'équilibre budgétaire de l'entreprise.

La pratique de la tarification de service de l'eau en Algérie se fait par compteur avec plusieurs tranches de consommation. Le comptage permet de diminuer la demande en eau potable lorsque le prix est suffisamment élevé (élasticité-prix). La tarification progressive, principalement appliquée aux ménages incite à la fois à l'économie de la ressource et à préserver une tarification sociale des petits consommateurs. Un prix progressif peut être opportun, afin d'encourager l'utilisation efficace de l'énergie. Les prix élevés pour les niveaux supérieurs de consommations découragent le gaspillage, alors que les prix faibles pour les consommations des niveaux inférieurs sont destinés à protéger les usagers à faibles revenus qui consomment peu d'énergie. L'utilisateur considère généralement que la mesure génère l'équité.

6.4 La tarification non linéaire

Si l'on se contente d'une tarification linéaire, définie par un seul nombre ou monôme, la formule à la Ramsey-Boiteux indique comment faire payer les différents types de consommateurs de manière à maximiser le bien-être social. Cependant, la théorie économique nous enseigne qu'il est possible de faire mieux, en offrant aux consommateurs un menu de différents tarifs polynômes, parmi lesquels chacun peut librement choisir. « Un tarif polynôme est un tarif non linéaire, défini par différents prix qui s'appliquent à différentes caractéristiques de la demande. Un tarif non linéaire peut, par exemple, être composé d'une charge fixe et de différents prix par unité pour différents paliers de consommation de bien »⁸. Cette section débute avec la définition d'un tarif binôme (à deux parties). Puis, on définit un menu de tarifs binômes et on généralise enfin cette définition aux tarifs polynômes.⁹

6.4.1 Menu de tarifs polynômes

Un tarif binôme est défini par un couple (f, p) , où f est une charge fixe, et p une charge variable qui s'applique à la quantité consommée. Considérons maintenant une suite de tarifs binômes

$(f_1, p_1), (f_2, p_2), (f_3, p_3), \dots$, telle que :

$$p_1 < p_2 < p_3 < \dots$$

$$f_1 > f_2 > f_3 > \dots$$

Cette suite constitue un menu de tarifs binômes, si l'on permet aux consommateurs de choisir dans cette suite, le couple (f_i, p_i) suivant lequel ils vont être facturés. En supposant qu'ils vont choisir le meilleur tarif, c'est-à-dire celui qui minimise leurs dépenses totales. Chaque paire (f_i, p_i) définit une droite d'ordonnée à l'origine f_i et de pente p_i .

⁸ Boyer et al (2003).

⁹ Pour une présentation plus extensive, voir Wilson (1993).

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Le concept de tarif binôme peut être généralisé à un nombre quelconque de composantes. Par exemple, un tarif peut prendre la forme (f_i, p_i, r_i, s_i) , où f_i est une charge fixe et p_i, r_i et s_i représentent des charges variables, chacune afférente à une caractéristique différente du service. Par exemple, p_i pourrait être le prix au mètre cubes fourni, r_i correspond à la qualité de service et s_i celui du volume distribué. Un tel vecteur est un tarif polynôme. Une suite de tarifs polynômes est un menu de tarifs polynômes.

6.4.2 Menu optimal

Une question venant naturellement à l'esprit est de savoir s'il existe une structure optimale pour de tels tarifs. La réponse est positive. Cette structure optimale dépend de la nature des différentes demandes, plus particulièrement des élasticités $\eta_1(p)$ et $\eta_2(p)$ des deux consommateurs ou groupes de consommateurs. En fait, quand on considère des tarifs polynômes, il faut distinguer l'élasticité par rapport à la charge fixe de l'élasticité par rapport à la charge variable. Ces élasticités sont en principe différentes et la structure tarifaire optimale dépend des deux. Dans la recherche d'un menu optimal de tarifs, on doit s'assurer que le consommateur 1 choisira volontairement et naturellement le tarif (f_1, p_1) , alors que le consommateur 2 préférera (f_2, p_2) . En outre, les différents tarifs (f_i, p_i) doivent être conçus de sorte que la contrainte d'équilibre budgétaire soit vérifiée et que le service fourni soit utilisé de façon optimale, c'est-à-dire à son maximum. Si l'on peut améliorer l'utilisation de service, tout en satisfaisant la contrainte d'équilibre budgétaire, en passant d'un tarif linéaire unique p_1 à un menu de tarifs binômes $\{(f_1, p_1), (f_2, p_2)\}$, on peut améliorer davantage l'utilisation de ce service public d'AEP, avec un menu $\{(f_1, p_1), (f_2, p_2), (f_3, p_3)\}$ et ainsi de suite. Le nombre maximum de composantes à un menu de tarifs polynômes correspond au nombre de différents types de consommateurs ou groupes de consommateurs qui utilisent le service d'AEP.

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Rappelons que, en construisant ce menu de tarifs, on doit s'assurer que chaque type de consommateur trouvera avantageux de choisir le tarif qui lui est destiné, c'est-à-dire que le consommateur 1 doit préférer (f_1, p_1) à tout autre tarif, le consommateur 2 le tarif (f_2, p_2) , le consommateur 3 le tarif (f_3, p_3) et ainsi de suite. On dit alors que les tarifs permettent l'auto-sélection des consommateurs, ou encore que ces tarifs sont auto-sélectifs.

L'élaboration de tarifs polynôme à n – parties est évidemment plus complexe que celle de tarifs binômes. Les différents tarifs (f_i, p_i) doivent être déterminés de manière à satisfaire la contrainte d'équilibre budgétaire, tout en maximisant l'utilisation de services.

6.5 Le modèle de simulation tarifaire

L'objectif du modèle est de faire asseoir, pour les quatre tranches de la catégorie ménages une nouvelle grille tarifaire sur la structure des consommations existantes. Tout en tenant compte des réactions des abonnés face aux variations des tarifs. La tarification optimale qui égalise le prix et le coût marginal conduit à un déficit du monopole. Celui-ci doit être comblé par des subventions financées le plus souvent par l'impôt. Des subventions visant à résorber le déficit d'un monopole public ne peuvent cependant pas toujours être mises en place, même si ce déficit est justifié par le critère d'optimalité collective que représente la tarification au coût marginal.

Les subventions aux monopoles publics sont en effet souvent perçues comme des primes à une gestion peu rigoureuse et de ce fait mal acceptées par les contribuables. Par ailleurs, le prélèvement fiscal qui permet de les financer peut avoir lui-même des conséquences dommageables sur le plan de l'équité ou conduire à modifier le comportement des ménages dans un sens non souhaitable (par exemple lorsqu'on modifie des taux de taxes indirectes). Il est donc peu réaliste de fonder la tarification optimale des monopoles publics sur un principe pouvant conduire à un déficit systématique de l'entreprise.

C'est la raison pour laquelle, il est souvent plus raisonnable de supposer que le monopole public est astreint à respecter une contrainte d'équilibre budgétaire : financer les coûts de production par les recettes au moins équivalentes devient alors une contrainte dont il

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

faut s'accommoder et qui doit être prise en compte pour définir la politique tarifaire. On est alors conduit à définir une tarification qui maximise le surplus collectif sous cette contrainte additionnelle que constitue l'équilibre budgétaire du monopole. Il s'agit ici, d'une solution du moindre mal, également appelé un optimum de second rang par opposition à la tarification au coût marginal, qui apparaît comme un optimum de premier rang.

Pour représenter cette situation, nous envisageons un monopole public produisant un bien unique en quantité Y , cet optimum de second rang est plus délicat à caractériser. Pour y parvenir, nous prenons comme point de départ les expressions du surplus des consommateurs $S(Q)$ et du profit de l'entreprise¹⁰ Π .

$$\text{Surplus des consommateurs : } S(Q) = \sum_{h=1}^n \int_0^{Y_h} p_h(q) dq - CT(Y_1, \dots, Y_n)$$

$$\text{Profit à l'entreprise : } \Pi = \sum_{h=1}^n p_h(Y_h) Y_h - CT(Y_1, \dots, Y_n)$$

L'optimum de second rang $(\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_n)$ maximise le surplus collectif $S(Q)$ en respectant la contrainte d'équilibre budgétaire $\Pi = 0$. Nous associons un multiplicateur de Lagrange λ à cette contrainte. Le lagrangien de ce problème s'écrit : $L = S(Q) + \lambda \Pi$ et les conditions d'optimalité sont :

$$\frac{\partial L}{\partial Y_h}(\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_n) = 0 \quad h = 1, 2, \dots, n$$

C'est-à-dire :

$$p_h(\bar{Y}_h) - \frac{\partial CT}{\partial Y_h}(\bar{Y}_1, \dots, \bar{Y}_n) + \lambda \left[p'_h(\bar{Y}_h) \bar{Y}_h + p_h(\bar{Y}_h) - \frac{\partial CT}{\partial Y_h}(\bar{Y}_1, \dots, \bar{Y}_n) \right] = 0$$

Nous en déduisons :

$$\frac{p_h(\bar{Y}_h) - \frac{\partial CT}{\partial Y_h}(\bar{Y}_1, \dots, \bar{Y}_n)}{p_h(\bar{Y}_h)} = -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{p'_h(\bar{Y}_h) \bar{Y}_h}{p_h(\bar{Y}_h)}$$

Pour $h = 1, 2, \dots, n$, nous posons :

¹⁰ Pierre Picard « Eléments de micro-économie » théorie et application. Edition Montchrestien, année 2007.P375-376.

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

$$\bar{C}_{mh} = \frac{\partial CT}{\partial Y_h}(\bar{Y}_1, \dots, \bar{Y}_n), \quad \text{et} \quad E_h^d = \frac{P_h(\bar{Y}_h)}{P_h'(\bar{Y}_h)\bar{Y}_h}.$$

\bar{C}_{mh} , représente le coût marginal de la quantité h évalué à l'optimum de second rang $(\bar{Y}_1, \dots, \bar{Y}_n)$ et E_h^d est égal à l'élasticité-prix (directe) de la demande de la quantité h . La résolution aboutit à mettre en place des prix tels que :

$$\boxed{\frac{P_h(\bar{Y}_h) - \bar{C}_{mh}}{P_h(\bar{Y}_h)} = -\frac{\lambda}{(1 + \lambda)E_h^d} \quad h = 1 \dots n}$$

A l'optimum de second rang, pour chaque segment du bien produit par le monopole, les écarts relatifs entre prix et coûts marginaux sont inversement proportionnels aux élasticités-prix de la demande. Cette règle est appelée la règle de Ramsey-Boiteux, du nom des économistes qui l'ont mise en évidence dans des contextes différents. Elle rappelle la propriété qui caractérise les décisions optimales d'un monopole qui maximise son profit. Nous avons en effet montré que les écarts relatifs entre prix et coûts marginaux sont égaux dans ce cas à l'inverse des élasticités-prix correspondantes. La règle de Ramsey-Boiteux nous dit que le monopole public soucieux de l'intérêt général (c'est-à-dire ici maximisant le surplus collectif) mais astreint à une contrainte d'équilibre budgétaire doit également fixer des écarts entre prix et coûts marginaux qui sont d'autant plus grands que la demande est peu élastique. L'ampleur des écarts entre prix et coûts marginaux doit être choisie pour que les recettes soient justes égale au coût total de production : une valeur particulière du paramètre λ correspond à cette situation.

D'après ce qui précède, la formule du prix à la Ramsey-Boiteux est définie par la

relation suivante : $\frac{p - c}{p} = \frac{\gamma}{\varepsilon}$, avec $\gamma = \frac{\lambda}{(1 + \lambda)}$ et $\varepsilon = \frac{dq}{dp} \frac{p}{q}$

Nous multiplions les deux côtés de la formule par le prix p , nous pouvons conclure ce qui

$$\text{suit : } p \frac{(p - c)}{p} = \frac{p\gamma}{\frac{dq}{dp} \frac{p}{q}} \Rightarrow p - c = \frac{\gamma}{\frac{dq}{dp}} q.$$

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Posons $|\hat{\beta}| = \frac{dq}{dp}$, et $\hat{c}(q) = \frac{dc}{dy}$, sont respectivement la pente de la fonction de demande

domestique, et du coût marginal.

Après avoir remplacé ces expressions par leur valeur, nous simplifions beaucoup la formule du prix :

$$p(q) = \hat{c}(q) + \frac{\gamma}{|\hat{\beta}|} q .$$

D'après ce qui précède, et vue la formule ci-dessus, on remarque que le coût marginal, la pente de la fonction de demande et les différentes valeurs de gamma, c'est-à-dire le

paramètre $\gamma = \frac{\lambda}{1 + \lambda}$, ainsi, le paramètre λ , qui représente ici, le coût d'opportunité des

fonds public, et qui sont tout de même des paramètres clefs dans la détermination du prix p .

Donc, à des niveaux différents de γ , nous pouvons calculer des prix optimaux pour chaque tranche de consommation de la catégorie ménage.

6.5.1 Quelques éléments de la statistique descriptive

L'échantillon retenu pour tester les différentes options tarifaires est collecté auprès des différentes communes, qui sont gérées par l'Algérienne des Eaux. Les données retenues sont les suivantes :

- Données commerciales : à partir des fichiers de facturation par catégories d'abonnés pour les 16 trimestres de l'étude ;

- Données de tarification : les détails de la tarification actuelle appliquée dans les établissements de gestion des services d'AEP.

Le tableau 1 présente les statistiques descriptives des variables de notre échantillon. En raison d'observations manquantes pour certaines communes à certaines dates, le nombre total d'observations utilisables dans les estimations est de 1003.

Tableau 1. Statistiques descriptives sur l'échantillon

Variables	Unité	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
C_m	DA	7,52	0	7,52	7,52
Moyenne gamma $\bar{\gamma}$	DA	0,135	0	0,135	0,135
gamma1 γ_1	DA	-0,042	0	-0,042	-0,042
gamma2 γ_2	DA	0,135	0	0,135	0,135
gamma3 γ_3	DA	0,166	0	0,166	0,166
gamma4 γ_4	DA	0,103	0	0,103	0,103
P_{t1}	DA / M ³	6,27	2,067	3,789	62,64
P_{t2}	DA / M ³	20,124	3,524	8,447	22,121
P_{t3}	DA / M ³	34,112	6,025	3,741	37,432
P_{t4}	DA / M ³	40,42	7,065	12,553	55,135
M_{t1}	M ³ / trim	12,5	0	12,5	12,5
M_{t2}	M ³ / trim	39,5	0	39,5	39,5
M_{t3}	M ³ / trim	68	0	68	68
M_{t4}	M ³ / trim	135,936	0	135,936	135,936

Les symboles $C_m, \bar{\gamma}, P_{t1}, \dots, P_{t4}$ et M_{t1}, \dots, M_{t4} dénotent respectivement le coût marginal, gamma moyenne, les prix et les moyennes des différentes tranches de consommation de la

catégorie ménage. $\bar{\gamma} = (\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4) / 3$. $|\hat{\beta}| = \frac{dq}{dp} = 0,426$.

6.5.2 Tarifs de Ramsey-Boiteux

L'optimum de second rang (prix de Ramsey-Boiteux) est la solution qui maximise le profit du monopole par l'égalité de la recette marginal pour chaque bien. Cet optimum correspond à une solution du moindre mal : les recettes équilibrent les coûts. Le fait que la tarification optimale de second rang conduise à des écarts entre prix et coûts marginaux qui sont d'autant plus grands que la demande est peu élastique par rapport au prix. Les biens dont la demande est peu élastique sont souvent des biens ayant un certain caractère de priorité dans les choix du consommateur.

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Élever nettement le prix de ces biens peut conduire à pénaliser exagérément les ménages les moins fortunés, pour que ces biens de première nécessité représentent une fraction importante des dépenses. Le critère du surplus collectif tel que nous l'avons formulé jusqu'ici ignore les préoccupations d'équité. La tarification optimale de second rang (prix de Ramsey-Boiteux) est la solution de l'équation suivante :

$$p(q) = c(q) + \frac{\gamma}{|\hat{\beta}|} \bar{q} ; \text{ Avec } \bar{q}_i, \hat{c}(q) \text{ qui sont respectivement la moyenne de chaque tranche}$$

de consommation qui se mesure en m³ /abonné, et par trimestre, le coût marginal, qui se mesure lui aussi en DA / m³, que nous supposons ici constant pour toute la période de l'étude.

6.6 Résultats et commentaires

Nous remplaçons à nouveau les variables de la formule indiquée ci-dessus par leur valeur, on obtient les prix optimaux pour chaque tranche de la catégorie ménage.

Le tableau 2 présente le récapitulatif des tarifs des tranches de la catégorie ménage. Ces tarifs proviennent de l'application de la formule à la Ramsey-Boiteux.

Tableau 2. Résultats à la Ramsey-Boiteux (Tarification des services publics d'AEP et d'assainissement)

Tarification d'AEP et d'assainissement								
Catégories	Moyennes des tranches (Mt)	C_m	$\gamma = \frac{\lambda}{1 + \lambda}$	Prix optimaux (p^*) / m ³	Prix observés (\bar{p}) / m ³	RFA Eau	RFA Assainissement	Prix TTC
Ménages	Mt1= 12,5 m ³ / Trim	7,52	0,135	11,48	6,27	240 DA	60 DA	311,48
	Mt2= 39,5 m ³ / Trim	7,52	0,135	20,03	20,124	240 DA	60 DA	320,03
	Mt3= 68 m ³ / Trim	7,52	0,135	29,06	34,112	240 DA	60 DA	329,06
	Mt4=136 m ³ / Trim	7,52	0,135	50,59	40,42	240 DA	60 DA	350,59

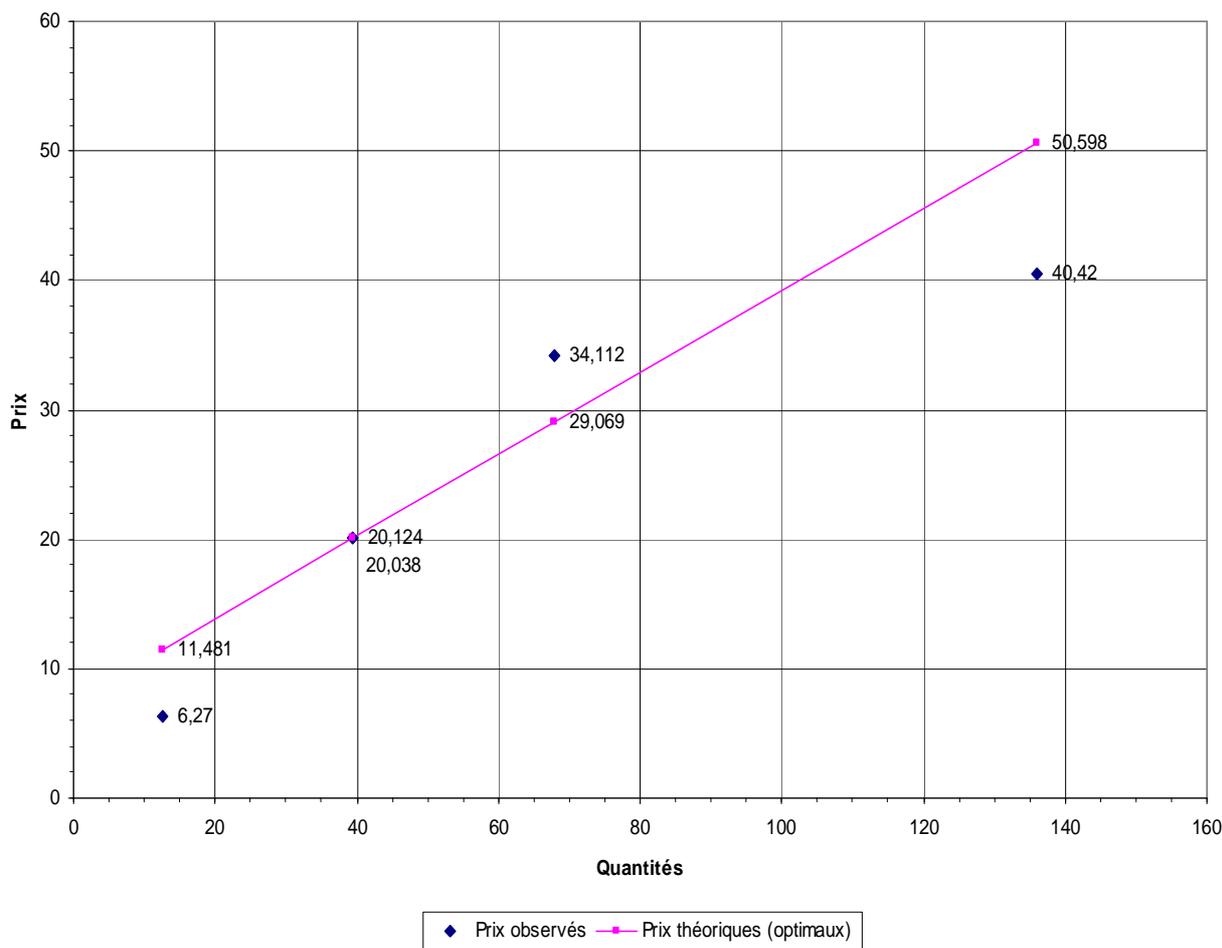
Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Ce tableau fournit la liste des tarifs optimaux (théoriques), et tarifs observés en mètre cubes des services publics d'AEP et d'assainissement, pour la catégorie ménage. Ces tarifs gardent la même structure que ceux qui sont déjà connus du public. En revanche, les niveaux des tranches sont modifiés afin d'atteindre l'objectif du chiffre d'affaires. Tarif moyen hors abonnement : 27,79 DA/m³ HT. Tarif le plus bas : 11,48 DA/m³ HT, tarif plus haut : 50,59 DA/m³ HT. L'analyse des écarts pourrait se faire aux niveaux seulement des prix correspondants. Les tarifs sont croissants avec le volume consommé, et vont dans le sens d'une logique de préservation de la ressource. Cependant, le tarif de la dernière tranche portant sur un volume élevé (136m³/Trim) n'est pas assez dissuasif (50,59 DA/m³).

La figure 1 nous affiche la position des prix observés (prix de vente) par rapport à la droite qui représente les prix optimaux (théoriques).

La figure 1. L'ajustement des prix de vente par rapport aux prix optimaux



Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

Le tableau 3 présente les statistiques descriptives sur les proportions de la catégorie ménage. Nous constatons que les différentes tranches ménages apparaissent très importantes dans les deux premières proportions. Par contre, la proportion des abonnés concernant les autres tranches est quasiment inexistante). Ce qui confirme la réalité dans la pratique observée, et la rareté de la ressource justifie bien cet état du fait.

Tableau 3. Statistiques descriptives sur les proportions des tranches de la catégorie ménage

Variabes	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Prop_tranche1	0,64232	0,1366447	0,0660668	1
Prop_tranche2	0,2527097	0,0915306	0	0,9320456
Prop_tranche3	0,0534006	0,0368044	0	0,2857143
Prop_tranche4	0,0515697	0,0589423	0	0,6680162

Notes 1139 observations

$$Ecart (\Delta) = (\bar{p}_1 - p_1^*) \times M_{t1} \times prop1 + (\bar{p}_2 - p_2^*) \times M_{t2} \times prop2 \\ + (\bar{p}_3 - p_3^*) \times M_{t3} \times prop3 + (\bar{p}_4 - p_4^*) \times M_{t4} \times prop4.$$

Le tableau 4 compare les écarts entre tarifs observés et tarifs optimaux, pour la catégorie ménage. Cela, nous amène à dégager une différence. Ce constat nous permet de conclure, s'il y a ou non un système de compensation des prix entre les tranches, en tenant compte de la proportion de la tranche, pour l'interprétation des résultats.

Tableau 4. Comparaison des tarifs pour la catégorie ménage

Eléments	Prix observés			Prix optimaux			Ecart	
	S	\bar{P}	$S \times \bar{P}$	S	P^*	$S \times P^*$	+(FAV)	-(DEF)
S1 = Mt1 * prop1	8,029	6,27	50,341	8,029	11,48	92,172		
S2 = Mt2 * prop2	9,982	20,124	200,877	9,982	20,03	199,939		
S3 = Mt3 * prop3	3,631	34,112	123,860	3,631	29,06	105,516		
S4 = Mt4 * prop4	7,013	40,42	283,465	7,013	50,59	354,787		
Total			658,545			752,416		93,871

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

L'analyse classique des écarts globaux entre prix observés et prix optimaux ne serait utile qu'en ce qui concerne l'écart sur prix (on voit ici qu'on a facturé la première tranche à 45 % de moins et que cela a coûté 41 DA). La motivation qui a guidé le choix de parler de la première tranche est la concentration des abonnés car 64,23 % de ceux-ci se retrouvent en cette tranche. Globalement, quant l'écart est négatif, cela veut dire qu'on fait payer les usagers moins chers par rapport à ce qu'ils devraient être payés. Autrement dit, en moyenne le prix de vente est inférieur au prix moyen optimal.

Il existe différentes méthodes de fixation des prix qui ne correspondent pas toujours à l'application explicite de la méthode de Ramsey-Boiteux (la règle de l'inverse de l'élasticité). Cependant, même lorsque d'autres méthodes sont employées, les éléments essentiels de la méthode de Ramsey-Boiteux sont implicitement compris dans les prix et ceux-ci ne divergent jamais trop des prix optimaux de Ramsey-Boiteux. Lorsque différents types de produits sont concernés, la question de l'équité émerge, puisqu'il existe des possibilités de subventions croisées entre les différents groupes de consommateurs.

Certaines caractéristiques se retrouvent de façon récurrente dans la mise en œuvre des tarifs optimaux, qu'ils soient simples ou polynômes. En général, les industries de réseaux où l'on retrouve ce genre de tarifs sont des monopoles naturels, et qui ont des coûts marginaux de production substantiellement plus faibles que leurs coûts moyens.

Les paramètres des fonctions de coût et de demande sont indispensables à la détermination des prix théoriques (optimaux). Notons que ces informations peuvent être obtenues avec plus ou moins de facilité suivant les contextes étudiés.

Chapitre 6

Simulation des tarifs optimaux pour l'exploitation des services d'eau potable

6.7 Conclusion

L'application d'une structure de tarifs progressifs par tranches ne constitue pas une solution de premier rang (en termes de maximisation du bien-être social, donc de l'efficacité économique), comme cela serait le cas si le tarif appliqué prenait en compte tous les coûts sociaux dans le cadre d'une tarification au coût marginal. Elle constitue, cependant un instrument suffisamment efficace, et donc économiquement efficace, parce qu'il permet d'atteindre les objectifs de préservation de la ressource à moindre coût. De plus, cette solution a l'avantage de protéger les consommateurs les moins aisés, puisque leur consommation sera ainsi subventionnée par les tarifs appliqués aux tranches supérieures. Ceux-ci dit que les tarifs sont croissants avec le volume consommé, et suivent une logique de préservation de la ressource.

La valorisation de services d'AEP et d'assainissement passe en partie par la répartition efficace de leur coût. De plus on exige souvent qu'une industrie de réseau se finance par la tarification, en totalité ou du moins en partie. Dans ce chapitre, nous avons voulu montrer comment on peut approcher cette question de la manière la plus efficace possible en fixant les prix de manière à se rapprocher le plus possible d'un optimum de premier rang.

En pratique, diverses contraintes, autres que la contrainte budgétaire, peuvent influencer la tarification. L'approche générale et les principes de tarification que nous avons développés dans le chapitre précédent permettent de considérer des contraintes de toutes sortes.

Un des concepts qui ont été explorés est celui de la tarification à la Ramsey-Boiteux, qui consiste à fixer les prix de services d'AEP et d'assainissement en fonction de l'inverse de l'élasticité-prix de leur fonction de demande. Les tarifs polynômes semblent encore plus intéressants. Ils peuvent être construits comme des menus de différentes composantes, où chaque composante comprend une charge fixe (abonnement) et prix relatifs à différentes caractéristiques de la consommation. L'aspect le plus important de cette approche est que les consommateurs ont la liberté de choisir, dans le menu, la composante qui lui convient le mieux. Par contre, cette tarification n'est pas immunisée aux critiques au plan de l'équité. De plus, dans un contexte concret, il peut être difficile d'avoir toute l'information requise (par exemple l'information sur les demandes) pour calculer les prix de Ramsey-Boiteux. La tâche risque de s'avérer encore plus difficile, s'il s'agit d'établir un menu de tarifs non linéaires.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Peu de ressources ont un impact aussi important sur la vie humaine que l'eau. Celle-ci est primordiale au maintien des conditions humaines et sanitaires minimales. Compte tenu de la rareté de cette ressource, la science économique peut indéniablement apporter des éléments de réflexion sur les instruments assurant les conditions de son utilisation rationnelle. La gestion des ressources en eau est devenue en l'espace d'une décennie l'une des préoccupations majeures des autorités publiques. L'Etat doit en effet "promouvoir et assurer une gestion intégrée et durable des ressources en eau", Agenda 21 de Rio en juin 1992. Les augmentations du prix de l'eau ont fait prendre conscience aux différents usagers que l'eau n'était plus un don gratuit de la nature mais bien une ressource rare qu'il convenait de gérer, de partager et de préserver. L'objectif de ce travail de thèse était de fournir, à partir de la théorie économique, quelques éléments de réflexion en vue d'une gestion efficace de la ressource. Pour ce faire, nous avons posé la problématique de la tarification des services de l'eau potable et de l'assainissement qui s'impose plus que jamais à une gestion rationnelle de la ressource.

La tarification ou le système de quota permettent d'allouer la ressource de manière incitative, et autoritaire respectivement. Le marché de l'eau autorise, en théorie, la réallocation de la ressource en eau de manière optimale. Aussi à satisfaire la contrainte d'équilibre budgétaire des organismes gestionnaires de la ressource. En Algérie, seuls la tarification et ce quota sont des outils de régulation et d'incitation utilisés par les autorités de gestion.

En théorie, la fixation des prix est définie par la confrontation de la demande et de l'offre. La tarification tient compte de la demande pour évaluer la capacité à faire payer les usagers ainsi que leurs réactions face à une modification des prix. Elle permet ainsi d'affecter la ressource aux usagers qui la valorisent le plus et de procéder à des arbitrages pour que chacun des usagers en ait l'accès. Elle considère aussi l'offre et donc les coûts supportés par l'organisme gestionnaire de la ressource en eau. Le système de prix peut être fondé sur le coût moyen ou le coût marginal. Dès lors que l'on considère que la recherche d'un optimum est la meilleure façon de satisfaire l'intérêt général, il est alors possible de préconiser une tarification au coût marginal dont la détermination est parfois difficile du fait des nombreuses situations existantes d'une part et des données nécessaires d'autre part. Le principe de vente aux coûts marginaux découle donc directement de la recherche de l'optimum économique. Sa mise en place suppose que les courbes de demande et de coût soient parfaitement connues. Aussi la mise en œuvre de la tarification au coût marginal soulève des difficultés d'ordre

pratique. De plus, la demande d'eau domestique est soumise à de fortes variations saisonnières, la consommation estivale étant beaucoup plus élevée que celle d'hiver. La capacité des installations doit alors être ajustée afin de pouvoir faire face à ces périodes de pointe. La mise en pratique de la tarification au coût marginal devrait prendre en compte cette caractéristique et aboutir à des systèmes de prix différents selon la période de l'année¹. L'application de ce mode de tarification conduirait à des écarts de prix importants, et à un prix en période de pointe plus élevé de telle sorte qu'une partie des utilisateurs serait susceptible d'être éliminée.

La tarification au coût marginal n'assure pas nécessairement l'équilibre budgétaire². La mise en place d'un tarif binôme caractérisée par l'introduction d'une prime fixe et le maintien de la tarification au coût marginal, s'avère alors une solution satisfaisante. Le tarif binôme permet d'une part, d'assurer l'équilibre budgétaire par la prime fixe qui couvre l'écart entre le coût moyen et le coût marginal, et d'autre part, d'induire le comportement de consommation souhaité cohérent avec l'intérêt général par la tarification au coût marginal. Les travaux que nous avons réalisés pour le cas de l'Algérie tentent de répondre à ces questions qui ne cessent de renforcer.

L'analyse économique des coûts d'une entreprise, tout comme ceux des services d'eau potable, est un exercice d'une importance capitale présentant un double intérêt. Elle permet d'appréhender la technologie avec la même pertinence qu'une étude directe du processus de production. L'estimation de la fonction de coût autorise ainsi une analyse complète de la productivité comme l'étude des propriétés de la technologie, les effets d'échelle de la production, la substituabilité des facteurs de production, le calcul des coûts marginaux, etc. En outre, c'est une étape cruciale pour le gestionnaire du service qui doit non seulement veiller à ce que l'eau soit utilisée efficacement mais de nouveaux investissements afin de fournir un service de bonne qualité.

Cette thèse apporte plusieurs contributions à la littérature empirique sur les services d'eau potable. Tout d'abord, il s'agit à notre connaissance de la première tentative d'estimation de la technologie de production et distribution d'eau potable dans le cas de l'Algérie. L'intérêt d'une analyse empirique dans ce pays réside en particulier dans la grande

¹ Ces systèmes de prix sont analogues à ceux pratiqués pour la demande d'électricité, avec des heures creuses et des heures pleines, retenus par EDF.

² Si les installations fonctionnent dans la zone de rendements d'échelle croissants, alors le coût marginal est inférieur au coût moyen, et il y a déficit.

diversité des situations auxquelles font face les services d'eau : eaux brutes d'origine superficielle de mauvaise qualité et population desservie très dense dans le Nord, ressources plus importantes et d'origine souterraine dans le Sud, pour une population moins dense. Ensuite, la relation entre le mode de distribution de l'eau potable dans nombre de communes algériennes et la structure de coût constitue un élément nouveau dans cette littérature.

L'objet de cette thèse et l'approche utilisée partent des constats suivants :

- il existe des niveaux élevés de pertes d'eau en réseau (en moyenne 40%³ du volume d'eau potable mis en distribution),

- la fréquence et plage horaire de distribution : l'eau potable est souvent distribuée aux ménages raccordés selon un schéma de rationnement explicite permettant une consommation à certaines heures de la journée et/ou certains jours de la semaine uniquement. La diversité des situations permet alors d'appréhender l'impact de ces restrictions sur la structure de coût des services,

- la tarification particulière de l'eau potable pratiquée en Algérie permet d'envisager différentes mesures du prix qui peuvent être confrontées au coût de fonctionnement des services. L'eau est en effet tarifée selon un système progressif de paliers (*Increasing Block Rate pricing*) avec un prix marginal de la dernière tranche sensiblement différent du prix moyen (calculé sur l'ensemble des tranches pertinentes pour une consommation moyenne des ménages).

La recherche des raisons de l'existence de tels volumes d'eau perdus et la fréquence de distribution d'AEP (une consommation à certaines heures de la journée et/ou certains jours de la semaine uniquement) a délibérément été le centre d'intérêt de cette partie de la thèse. Nous avons dans un premier temps cherché des causes intrinsèques à la structure de production. Dans cette optique, nous avons construit le modèle économique de coût d'une part, en intégrant les caractéristiques de réseau de la technologie d'AEP et d'autre part, en étudiant la production comme un processus multi-produits (eau facturée et eau perdue). Ce premier point consiste donc en une analyse technique de l'industrie par l'intégration de variables propres à

³Article de Maya Khelladi, Economiste de l'eau. « le secteur de l'eau en Algérie : le programme d'assistance technique remboursable » Janvier 2008.

chaque service comme le nombre d'abonnés alimentés en eau potable et le nombre de communes desservies par le même exploitant. Nous avons également porté une attention particulière à la diversité des infrastructures représentées dans notre modélisation par leur capacité techniques (longueur des conduites, capacité de production, capacité de stockage, capacité de pompage). Dans la littérature économique appliquée aux services d'eau, les auteurs ont rapidement reconnu que l'analyse multi-produits avait de nombreux intérêts, en particulier pour différencier les usagers qui occasionnaient les coûts les plus importants au service. Plus récemment, les chercheurs ont alors entrepris d'étudier la technologie d'AEP en désagrégant le volume d'eau total distribué en fonction des différentes destinations correspondant à différents types d'abonnés. On peut citer pour ces applications au cadre multi-produit, l'article de Hays (1987) dans lequel les ventes d'eau au détail et les ventes en gros sont séparées, et celui de Garcia et Thomas (2003) considèrent les pertes d'eau en réseau comme un bien produit conjointement au volume d'eau qui est facturé aux usagers.

Le travail que nous avons mené dans cette thèse prend en compte les différents aspects que nous avons soulignés mais dans un cadre nouveau trop souvent négligé dans les études précédentes. Dans la modélisation économique des coûts, nous intégrons les différentes caractéristiques d'une industrie en réseau en prenant en compte la fréquence de distribution d'AEP.

À partir de la spécification de la fonction de coût variable, nous avons dérivé différents concepts de rendements appliqués à la structure de réseau des services d'eau. L'objectif de cette première partie était d'estimer les paramètres technologiques de notre modèle, nous avons effectué ce travail à partir des données de panel portant sur 91 communes de six wilayas algériennes sur la période 2004-2007. Ces données permettent en particulier d'évaluer les élasticités de substitution entre les facteurs de production, les rendements de réseau ainsi que des coûts marginaux et de ses élasticités.

Les résultats d'estimation nous permettent de tirer de précieux enseignements sur la technologie d'AEP. Les facteurs de production peuvent être considérés comme des substituts au sens de Morishima, puisque les élasticités de substitution sont positives. La substitution des facteurs de production entre eux ne suggère pas la possibilité d'un arbitrage entre l'activité de production et celle de distribution de l'AEP. La substitution par le facteur électricité essentiellement utilisé dans l'extraction et la mise en pression d'un volume d'eau, du facteur travail dont une large part consiste en des réparations et de la sous-traitance en est

un bon exemple. Cela ne nous autorise pas à penser qu'un exploitant peut prendre la décision de laisser le réseau en l'état et d'accroître sa production en amont pour satisfaire la demande des usagers. Par ailleurs, un test sur l'élasticité de coût par rapport aux variables de capitale (la capacité de production et la capacité de pompage) nous montre que le service moyen est caractérisé par des capacités excessives de production et de pompage. Ceci s'explique en particulier par la nécessité pour les gestionnaires de service de tenir compte des variations journalières et saisonnières de la demande. Cela valide également notre modélisation sur une période de court terme des décisions des gestionnaires.

Nous avons ensuite développé de façon détaillée l'effet sur les coûts moyens d'une variation de la production. Cette variation peut avoir des origines différentes dans un réseau d'AEP : une variation de la consommation par usager (nous parlons d'élasticité de densité de production), une variation du nombre d'usagers sur le réseau (élasticité de densité d'usagers) ou bien une variation de la taille du service dû au regroupement de communes (élasticité d'échelle). Ces mesures ont un intérêt crucial pour les gestionnaires de service qui désirent évaluer la capacité optimale de leur réseau. Nous montrons en particulier que les services d'eau sont capables de répondre rapidement à un accroissement de la demande des usagers, que la connexion de nouveaux usagers est moins coûteuse dans une zone à densité de population élevée (zone urbaine) et enfin, nous pouvons avoir une idée de l'évolution des rendements d'échelle en fonction de la taille du service d'eau. Un accroissement de la production accompagné d'un accroissement du nombre d'abonnés (*Abon*) et la densité de la population desservie (*Densit*) adhérant au même service impliquant une diminution des coûts variables moyens indique la présence d'économie d'échelle. Ce regroupement va de soi avec le cumul des capacités d'infrastructure et donc des variations de stock de capital, mais jusqu'à un certain seuil confirmant ainsi la nature locale du monopole.

Nous avons également calculé le coût marginal de chaque service, élément déterminant lors de la fixation du prix. Les résultats d'estimation montrent des différences importantes selon le service. On peut observer aussi que le prix du m³ d'eau est souvent fixé indépendamment de la valeur du coût marginal. Ces résultats proposent l'existence de complémentarité de coût entre les deux biens produits, l'un désiré et l'autre non désiré. Et donc il y aurait davantage économique à produire ensemble ces deux produits. Enfin, l'estimation des élasticités de coût marginal par rapport à la fréquence de distribution d'AEP

soulève plusieurs questions: d'abord, l'adéquation des ressources en eau aux besoins de l'économie et de la société constitue un enjeu majeur du développement économique du pays, en raison du décalage croissant entre des ressources disponibles de plus en plus rares et des prélèvements en forte augmentation. Dans ce pays, les autorités politiques du pays ont depuis une quinzaine d'années pris conscience des problèmes croissants liés à la rareté de l'eau et ont mis en œuvre une nouvelle politique de gestion sous l'impulsion du ministère des ressources en eau. Cette prise de conscience s'est accompagnée du postulat que l'eau est un bien économique rare et vulnérable, dont la gestion doit être assurée de façon intégrée. Ensuite, la vétusté du réseau d'eau potable suggère que la fréquence de distribution est de signe négatif. Enfin, la contrainte à laquelle le gestionnaire du service d'eau potable est confrontée c'est bien l'amélioration du service d'eau potable.

Si la politique nationale de l'eau en Algérie a mis l'accent sur l'aménagement et la mise à disposition de volumes d'eau brute supplémentaires, une telle politique d'offre connaît des limites liées aux coûts très importants d'investissement, mais également aux possibilités limitées d'exploitation de nouvelles ressources. L'eau est en effet associée à des coûts élevés de transport entre différentes régions d'un même pays, ainsi qu'à des contraintes sur sa qualité dans le cas de l'eau potable, qui nécessitent une gestion locale via des services publics locaux de l'eau. Une politique de gestion de la demande est par conséquent un complément indispensable, notamment à court terme, aux stratégies nationales assises sur l'exploitation de nouvelles ressources. Cette gestion consiste notamment à rechercher une limitation de l'augmentation des usages par des tarifications adaptées, et une utilisation optimisée des ressources disponibles par une gestion et une organisation plus efficaces des services d'eau. Dans une telle perspective, l'étude complète de la demande en eau potable est une étape déterminante pour simuler différentes politiques tarifaires.

La connaissance de la demande pour chacun des types d'usagers (ménages, industriels et agriculteurs) est indispensable pour une gestion de la ressource d'une part efficace (affecter la ressource eau à ceux qui la valorisent le plus), et d'autre part équitable (garantir l'accès à tous). Parler de fonction de demande en eau revient à considérer l'eau comme un bien économique. La conférence de Dublin sur l'eau et l'environnement dans son accord de principe lui a d'ailleurs reconnu cette qualité. Cet accord de principe stipule en effet que "l'eau a une valeur économique dans tous ses usages concurrentiels et doit être reconnue en tant que bien économique". La valeur de l'eau pour un usager est le montant maximum que

cet usager est prêt à payer pour en utiliser une unité supplémentaire. Cependant, comme il n'existe pas de marché à proprement dit pour l'eau, il est difficile d'en estimer la valeur et on peut par exemple se limiter à estimer des fonctions de demande, de coût de production afin de simuler différentes politiques. Au total, l'estimation d'une fonction de demande en eau constitue un moyen parmi tant d'autres, de mesurer la valorisation du bien eau pour un usager et de contribuer à la mise en place d'un schéma de partage efficace de la ressource.

L'objet de cette partie de la thèse est l'estimation de la fonction de demande d'eau des ménages, en Algérie afin d'évaluer l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu. La méthodologie utilisée consiste à appliquer les méthodes de panel sur une base de données de 91 communes observées sur 16 trimestres (du Janvier 2004 à Décembre 2007). Notre travail porte exclusivement sur l'usage domestique de l'eau et nous ne traiterons donc pas la demande pour les deux autres types d'usage (industrie et agriculture).

Dans cette partie, nous avons estimé une fonction de demande d'eau potable des communes algériennes en présence d'une tarification par tranches progressives. Ce type de tarif entraîne une estimation en deux étapes. Pour ce faire, nous utilisons la spécification de prix proposée par Nordin (1976) ainsi que les applications faites sur des données agrégées par Corral and al. (1998) et Martinez-Espiñeira (2003). Sur la base de ces travaux, nous proposons une méthode d'approximation des proportions d'usagers dans chaque tranche de consommation, ce qui permet une modélisation ainsi qu'une estimation du choix des tranches opéré par les usagers dans la première étape. Les méthodes économétriques appliquées sont des méthodes spécifiques de traitement de données de panel, ce qui permet d'éviter tout biais dans l'estimation des paramètres. L'estimation de la fonction de demande qui s'ensuit dans la seconde étape fait apparaître une élasticité-prix et une élasticité de la variable différence qui est sensée de représenter l'effet revenu de signe opposé et de magnitude équivalente et significatives, évaluée respectivement à -0,37 et -0,05. Ces coefficients sont utilisés pour simuler l'impact de politiques tarifaires virtuelles. La valeur de l'élasticité-prix constitue en effet la mesure minimale puisqu'elle n'intègre pas les effets du progrès technique. Il est vraisemblable qu'à long terme l'élasticité-prix soit plus élevée. En effet, les possibilités de changement d'équipements au profit d'autres plus économes en eau sont plus importantes à long terme. Nous avons également mis en évidence que la variable "différence" qui est sensée de représenter l'effet revenu des ménages avait une influence, souvent faible, sur la consommation d'eau. Il s'avère par ailleurs que les usagers domestiques ne réagissent pas

tous de la même manière à une hausse du prix de l'eau. Les usagers moins fortunés portent davantage attention aux dépenses et notamment à leur facture d'eau, d'autant plus si le prix de l'eau a connu une forte hausse. Ces paramètres estimés sont cependant très élevés en magnitude par rapport à ceux obtenus dans des études similaires portant sur les pays riches (la France, par exemple). Cette différence de magnitude semble cohérente avec l'idée selon laquelle, en moyenne, plus les populations sont pauvres plus elles feront attention à leurs dépenses et aux fluctuations de prix des biens de consommation courante. Il n'existe malheureusement pas à notre connaissance d'études sur la demande d'eau pour les pays de la région afin de faire des comparaisons. Les consommateurs ne sont pas insensibles au prix, mais l'ampleur de leur réaction est relativement faible. À une hausse de 10 % du prix correspond en moyenne une baisse de 3,7 % de la consommation d'eau. L'utilisation du prix en tant qu'instrument de régulation de la demande domestique risque d'être peu efficace. On peut pourtant s'attendre à une sensibilité croissante des usagers au prix de l'eau. Le montant total des factures d'eau n'est plus négligeable par rapport au budget des dépenses de consommation des ménages. Les consommateurs feront certainement plus attention dans les années à venir à leur consommation, ce d'autant plus que le prix de l'eau devrait continuer d'augmenter. Un des moyens d'adaptation pourrait être le choix par les ménages de s'équiper en appareils économisant l'eau. Le choix d'équipement par les ménages deviendra de plus en plus un élément déterminant de la consommation en eau des ménages. Il est nécessaire maintenant de procéder à des études au niveau individuel qui intègrent le choix d'équipement dans la fonction de demande.

L'analyse de la demande domestique d'eau potable en Algérie, que nous avons menée dans le cadre de cette thèse, pourrait être améliorée. Pour prendre en compte l'existence du progrès techniques, ce travail pourrait être complété par une analyse de long terme en utilisant des méthodes dynamiques de panel. Cette analyse pourrait d'autre part être enrichie en introduisant les niveaux d'équipement des ménages dans l'équation de la demande. Les besoins domestiques en eau sont en effet pour une grande part conditionnés par leurs niveaux d'équipement (électroménagers, sanitaires...). Pour mener à bien ce type d'étude, il est nécessaire d'utiliser des données individuelles qui ne sont pas disponibles à ce jour.

D'autres variables incluses dans la fonction de demande estimée permettent de faire ressortir certains effets. La variable concernant les produits de traitement a un effet sur la consommation moyenne des ménages. Cet effet est assez intuitif, car il montre que plus l'eau

est bien traitée, plus la consommation moyenne d'eau des ménages est forte. Ceci reflète une certaine réalité des produits chimiques, puisque la qualité de l'eau se traduit par l'augmentation de la consommation. Nous avons pu intégrer l'effet de saison dans notre fonction de demande. Il ressort que cette variable a un double effet négatif, puis positif sur la consommation moyenne des ménages. Ceci s'explique par la basse et la haute saison. Nous avons aussi les variables techniques capturant l'hétérogénéité des réseaux, nous considérons la fréquence et les plages horaires de distribution (Heures et Jours). Ces variables sont exprimées en jours par semaine et en heures par jours respectivement, et permettent de caractériser la qualité du service de distribution d'AEP.

Le problème de tarification fait un centre d'intérêt important de notre thèse. La confrontation de l'offre et de la demande sur le marché de l'eau permettrait de retracer le processus de fixation des prix. Nous avons pu faire asseoir la tarification via les fonctions de demandes et de coûts, que nous avons identifiées parfaitement dans cette thèse. La tarification optimale qui égalise le prix et le coût marginal conduit à un déficit du monopole. C'est la raison pour laquelle il est souvent plus raisonnable de supposer que le monopole public est astreint à respecter une contrainte d'équilibre budgétaire : financer les coûts de production par des recettes au moins équivalentes devient alors une contrainte dont il faut s'accommoder et qui doit être prise en compte pour définir la politique tarifaire. C'est là une solution de moindre mal, également appelée un optimum de second rang par opposition à la tarification au coût marginal qui apparaît comme optimum de premier rang. C'est cette solution que nous avons choisie, afin de répondre correctement à notre problématique.

Les résultats de l'exercice de la simulation des tarifs optimaux que nous avons mis en œuvre, pour les différentes tranches de la catégorie ménage vont dans le sens de ceux qui sont en vigueur en Algérie. Les tarifs sont croissants avec le volume consommé, et vont tout à fait dans le sens d'une logique de préservation de la ressource. Le tarif de la dernière tranche portant sur un volume élevé ($136 \text{ m}^3/\text{trim}/\text{hab}$) me semble qu'il n'est pas assez dissuasif ($50,59 \text{ DA}/\text{m}^3$). Les tarifs gardent la même structure que ceux qui sont déjà connus du public. Les tranches restent les mêmes que celles en vigueur aujourd'hui. En revanche, les niveaux de consommation sont modifiés afin d'atteindre l'objectif du chiffre d'affaires.

L'analyse classique des écarts entre tarif en vigueur et tarif optimal se fait sur 4 tranches, et ne serait utile qu'en ce qui concerne l'écart sur prix. Pour la première tranche, on voit ici qu'on a facturé à 45 % de moins et que cela a coûté 41DA). Cette tranche reste en première position avec 64,23 % des abonnés. Le tarif optimal concernant la tranche 2 est pratiquement identique par rapport à celui qui est en vigueur. En revanche, la tranche 3 a été facturée à 15 % de plus. Ici, nous avons fait payer l'utilisateur à 15 % de plus par rapport à ce qu'il devrait être payé. Cela a coûté 16 DA. Par contre, la quatrième tranche a été facturée à 20 % de moins et que cela a coûté aussi 74 DA). Ces deux dernières tranches ont seulement 5 % des abonnés de toute la catégorie, et leur réaction en termes de compensation reste relativement très faible. Globalement, l'écart sur prix était négatif, cela veut dire que la réalisation en matière de la couverture des coûts est moins bonne par rapport à celle prévue.

Enfin, l'esprit de globalité de la gestion de l'eau ne serait pas tout à fait atteint si l'activité d'assainissement n'était pas également étudiée. En effet, le prix de l'eau sur la facture des usagers est mentionné dans les différentes statistiques sur le domaine comprend l'eau potable mais aussi la collecte et le traitement des eaux usées. Un travail de la même nature que celui réalisé sur l'eau potable pourrait être mis en œuvre en tenant compte des interactions entre les deux activités. Alors, le problème de l'assainissement doit également faire partie de notre agenda de recherches futures.

Bibliographie

Références bibliographiques

- AMEMIYA, T., & T. MACURDY (1986): "Instrumental-Variable Estimation of an Error-Components Model," *Econometrica*, 54(4), 869-880.
- ANDREAS KRAEMER., R., BRITTA. , PIELEN., & ANNA., LEIPPRAND: (2003) Environment net work II Meeting,. The application of Economic Instruments in Water and Solid Waste Management; Global Review of Economic Instruments for water management in Latin. America and the Caribbean.
- AMZERT, M. "De l'eau pour la production à l'eau pour la ville, l'avènement de la vérité des prix dans l'hydraulique algérienne," Thèse pour le Doctorat en Sciences Economiques, Université Pierre Mendès France, Grenoble, 1992.
- AMZERT, M. "les politiques de l'eau en Algérie depuis l'indépendance," de l'usage agricole à l'usage urbain. Du Juil-Sept.1995, N° 149, page 35.
- ANTONIO., ESTACHE. EUGENE. KOUASSI: (2002): "Sector Organisation, Governance, and the Inefficiency of African water Utilities", policy Research working paper 2890 The World Bank Institute Governance, Regulation, and Finance Division September 2002.
- ANTONIO., ESTACHE. J.J. LAFFONT., & XINZHU. ZHANG. (2005): "Universal Service Obligations in LDCs : The Effect of Uniform Pricing on Infrastructure Access," *Journal of Public Economics*- 02492; N° of pages 25.
- ARMSTRONG., M. (2001): "Access Pricing, Bypass, and Universal Service," *The American Economic Review*, Vol. 91, N°. 2, 297-301.
- BARJA., G., & M. URQUIOLA., (2001): "Capitalization, Regulation and The Poor," Access to Basic Services in Bolivia, WIDER Discussion paper N°. 2001/34.
- BAUBY, P. (2005) : " Les référentiels pluriels de la régulation," Chercheur associé au LED- Université Paris 8.
- BAUER, C.J. (1997) "Bringing Water Markets Down To Earth: The Political Economy of Water Rights in Chile, 1976-95," *World Development*, Vol. 25, n°5, May, pp.639-656.
- BAUMOL, W.J., (1977): "On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multiproduct Industry," *American Economic Journal*, 67(5), 809-822.
- BHATTACHARYYA, A., T. R. HARRIS, R. NARAYAN, & K. RAFFIEE, (1995): "Specification and Estimation of the Effect of Ownership on the Economic Efficiency of the Water Utilities," *Regional Science and Urban Economics*, 25, 759-784.
- BLACKORBY, C., & R. R. RUSSELL (1989): "Will the Real Elasticity of Substitution Please Stand up? (A Comparison of the Allen / Uzawa and Morishima Elasticities)," *American Economic Review*, 79(4), 882-888.

Références bibliographiques

- BOLAND., JOHN J., & WHITTINGTON. “Water Tariff Design in Developing countries: Disadvantages of Increasing Block Tariffs (IBTs) and advantages of Uniform Price with Rebate (UPR) Designs,” 20 IBT- PAPER (1), 2006.
- BOYER., M. et GARCIA, S (2002). “Organisation et réglementation des services d’eau potable et d’assainissement en France”.
- BREUIL., L. et PEZON, C “Les facteurs clés de succès du partenariat public-privé pour la gestion des services d’eau potable,” Une analyse comparée de l’évolution du modèle concessif en France au 19^{ème} siècle et dans les pays en développement à la fin des années 1990. IGFREF, Docteur en Gestion, et Laboratoire GEA- ENGREF.
- BRIEFING PAPER :(2005) “Water and the Gats: Mapping the Trade – Development Interface”.
- BRIAND., A., (2003) : “ Quelle politique tarifaire de l’eau en Afrique Subsaharienne ? Spécifications par la construction d’un modèle d’Equilibre Général Calculable (M E G C)” . CAREEA – 2260, Université de Rouen JEL Classification: C68, 013.
- C. J. PERRY (2001) Charging for Irrigation Water, the Issues and Options, With a Case Study from Iran. Research Report 52.Colombo, Sri Lanka: Internal Water Management Institute.
- Commissariat Général du Plan (1995) : “La Régulation des services publics”, Concilier Equité et Efficacité, Editions ESKA.
- CAVES, D.W., L.R. CHRISTENSEN, & J.A. SWANSON, (1981): “Productivity GROWTH, Scale Economies, and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955-74,” American Economic Review, 71(5), 994-1002.
- CAVES, D.W., L.R. CHRISTENSEN, & M.W. TRETHERWAY, (1984): “Economies of Density Versus Economies of Scale: why Trunk and Local Service Airline Costs Differ,” Rand Journal of Economics, 15(4), 471-189.
- CHAMBERS, R. G. (1988): Applied Production Analysis: a Dual Approach.Cambridge University Press.
- CHRISTENSEN, L. R., D.W. JORGENSON, & L.J. LAU (1973) : “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, Review of Economics and Statistics, 55, 28-45.
- COLLIGNON., B., VEZINA., M : (2002) “Les opérateurs indépendants des services de l’approvisionnement en eau potable et de l’assainissement en milieu urbain africain,” Programme pour l’eau et l’assainissement : Rapport de synthèse de 10 Etudes de cas en Afrique. HYDROCONSEIL – IRC.

Références bibliographiques

- CURIEN., NICOLAS (2000) : “ Economie des réseaux,” Editions La Découverte.
- DALE., WHITTING (2002): “Municipal Water Pricing and tariff Design: A Reform Agenda for cities in Developing countries,” Journal, Ref- I B-02-29.
- DALMAS, L. : “Rôle de la tarification dans une gestion efficace des ressources en eau : Application à la Demande Résidentielle en eau potable des réseaux publics Slovaques” Thèse pour le Doctorat en sciences Economique, Université De Nice- Sophia Antipolis 2003.
- DALMAS., L., & A. Reynaud. : (January, 23th 2003) “Résidentiel water Demande in The Slovak Republic Université de Nice-Sophia Antipolis,” Inra-Lerna Université de Toulouse I.
- DARLA., HATTON., Mac Donald and SEBASTIEN LAMONTAGNE. “Moving from Piecemeal Accounting to a Pragmatic Economic Approach to Water Pricing in Australia. Land Use and Water Ressources,” Journal, Research 5 (2005) 1-9.
- Décret n° 85-163 du 11 juin 1985.
- Décret n° 2000-324 du 27 Rajab 1421 (25 Octobre 2000).
- Décret n° 01-101 et n°01- 102 du 27 Moharram 1422 (21 avril 2001).
- DIAKITE, D., & A. THOMAS, (2005) : Structure des coûts d'alimentation en eau potable : une application aux unités de production Ivoiriennes. Inra, Lerna & Gremaq, Université de Toulouse I.
- DIAKITE, D., & A. THOMAS, (2005) : La Demande d'eau à usage résidentiel en côte d'Ivoire : une analyse économétrique sur données de panel. Document de travail, Université de Toulouse.
- DIEWERT, W. E., & T. J. WALES, 1987. Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions, *Econometrica*, 55(1), 43-68.
- Etude des coûts et tarifs de l'approvisionnement en eau potable et industrielle : Exécution : Managed Information Système, INC. MIS, (1995).
- EVA., R.: (2001/002) “Water Pricing in The E U A Review,” The European Environmental Bureau (EEB), journal, Publication Number 2001/002.
- François., Molle: (2002) “To Price or not to price? Thailand and the Stigma of Free Water,” Paper Presented at the Conference on Irrigation Water Policies,” Micro and Macro Considerations 15-17 June 2002, Agadir Morocco.
- François., Mirabel, Jean- Christophe Poudou (2004): “Mechanisms of Funding for Universal Service Obligations,” The electricity case, Faculté des Sciences Economiques, Espace Richter, Energy Economics 26 (2004); 801-823.

Références bibliographiques

- Ford, J.L., & J.J. WARFORD (1969): "Cost Functions for the Water Industry," *Journal of Industrial Economics*, 18(1), 53-63.
- FREDERIC., VARONE (2004): "L'accès gratuit à l'eau potable bénéficie-t-il nécessairement au plan défavorisé ? une discussion critique à l'aune du cas de la Flandre," *Université catholique de Louvain : Ethique et économie, journal*, 2 (1), 2004.
- GARCIA, S. & A. THOMAS, (2001): "The Structure of Municipal Water Supply Costs," Application to a Panel of French Local Communities, *Journal of Productivity Analysis*, 2001, 16, 5-29.
- GARCIA, S. (2001) : "Analyse économique des coûts d'alimentation en eau potable," Thèse de Doctorat, Université des Sciences Sociales de Toulouse.
- GARCIA S. & REYNAUD A. (2003): "Estimating the benefits of efficient water pricing in France," *Energy and Resource Economics*, forthcoming.
- GASMI., F., J.J. LAFFONT, & W.W. SHARKEY (2000) "Competition, universal service and telecommunications Policy in developing countries," *Journal of Economics and Policy*, (12), 221-24.
- GATTY, J. (1998) : "Quelle Concurrence pour les Services Publics d'Eau et d'Assainissement ?," *Collection Eau, Matière et Réflexion*, Agence de l'Eau Seine-Normandie.
- GRANDMONT, JEAN-MICHEL (2001): "Introduction à l'analyse économique Microéconomie," Edition d'Ecole polytechnique.
- GUERIN-SCHNEIDER, L. (2005) "Renouveau de la régulation des services d'eau en France : enjeu et mise en œuvre de la mesure de performance," *Laboratoire Gestion de l'Eau et de l'assainissement de l'ENGREF*.
- GUERIN-SCHNEIDER, L., NAKHLA., M. & GRAND D'ENSON., A. (2000) : "gestion et organisation des services publics d'eau en Europe," *Cahier de Recherche N° 19*, Ecole des mines de Paris- centre de gestion scientifique.
- HAUSMAN J. A., & TAYLOR, W. E., (1981): "Panel Data and Unobservable Individual Effects," *Econometrica*, 49 (6), 1377-1398.
- HENRIQUE., MONTEIRO. : (2005) : "Water Pricing Models," A Survey (Wp- Dinamia) (1)- *Centre de Estudos Sobre a Mudança socioeconomica*.
- JEAN-JACQUES LAFFONT "fondements de l'économie publique cours de théorie microéconomique," Edition, Economica 1988.

Références bibliographiques

- KHELLADI, M. (2008) : “ le secteur de l’eau en Algérie : le programme d’assistance technique remboursable”.
- KATE., B. (2002): “Water Privatisation In SAA; Progress, Problems and policy implication”, Presented at the Development studies Association Conference, University of Greenwich, 9th November (2002).
- KETTAB, A. (2008) : “Professeur/Directeur de Recherches à l’Ecole Nationale Polytechnique”, Alger.
- KHERRAZ, K. (1996) : “Directeur Général [Agence de Bassin Hydrographique] Gestion intégrée des ressources en eau en Algérie,” Principes et moyens d’une nouvelle politique de l’eau.
- LAIDI, Z. “Enquête sur la Banque Mondiale”, Editions Fayard 1989 Paris.
- LECLERC, GUY, (2002) : “Le financement des investissements dans l’eau : Un enjeu mondial pour le développement,” Revue d’Economie- Financière.0, (66) :39-50.
- LERNER, A.P., (1934): “The Concept of Monopoly and the Measurement of Monopoly Power,” Review of Economic Studies, 1, 157-175.
- LÉVÉQUE, F. (1998) : Economie de la réglementation, Collection Repères. Editions la Découverte, Paris.
- MANN., HOWARD. (2004): “International Economic Law,” Water for Money’s Sake? Senior International Law Advisor International Institute For Sustainable Development I Seminario Latino- Americano de Politcas Publicas en Recursos Hidricos Brasilia, Brazil.
- MAYA KHELLADI, (2008) : “Economiste de l’Eau,” Le secteur de l’eau en Algérie : le programme d’assistance technique remboursable. Janvier.
- MISSIONS ECONOMIQUES : Fiche de synthèse [Gestion de l’eau en Algérie ; Juin 2005].
- MONTGINOUL, M. (1997) : Une approche économique de la gestion de l’eau d’irrigation : des instruments, de l’information et des acteurs, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques, Université de Montpellier 1.
- MORISHIMA, M., (1967): “A Few Suggestions on the Theory of Elasticity,” Keiza Hyoron (Economic Review), 16, 144-150.
- MRE / SAFEGE – (2003) : Département International - Bureau d’études, “étude générale sur le dessalement de l’eau de mer”.

Références bibliographiques

- MRE / SOGREAH-ICEA – (2003) : “Etude de la tarification de l’eau à usage domestique et industriel et l’assainissement ”.
- NAKHLA., M., & PALLEZ., F. (2004) “Evolution des activités et gestion des compétences dans la fonction publique territoriale : Le cas du secteur de l’eau,” Ecole des mines de Paris. Rapport Compétences Eau CNFP T2.
- NAUGES, C. (1999) : “La consommation d’eau potable en France : Analyse économétrique de la demande domestique,” Thèse pour le doctorat en Sciences Economiques. Université des Sciences Sociales de Toulouse.
- NAUGES, C., & A. RENAUD, (2001) : “Estimation de la Demande Domestique d’Eau Potable en France,” *Revue Economique*, 52(1), 167-185.
- NAUGES, C., & C. VAN DEN BERG, (2008): “Economies of Density, Scale and Scope in the Water Supply and Sewerage Sector,” *A Study of Four Developing and Transition Economies. Journal of Regulatory Economics*, 34, 144-163.
- OMS, (1976) : Etat d’un projet élaboré entre le SEH (Secrétariat d’Etat à l’Hydraulique) et le MARA (Ministère de l’Agriculture et de la Révolution Agraire).
- PANZAR, J.C., (1989): “Technological Determinants of Firm and Industry Structure,” in *Handbook of Industrial Organization*, Vol. II, edited by R. Schmalensee, and R.D. Willig, Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.,3-59.
- PANZAR, J.C., & R.D. Willig, (1977): “Economies of Scale in Multi-Output Production,” *Quarterly Journal of Economics*, 91(3), 481-493.
- PETRELLA, R. (1996) : “Le bien commun, Eloge de la solidarité, Bruxelles,” Editions Labor, collection Quartier Libre.
- PIERRE PICARD (2007) : “Elément de microéconomie théorie et application,” Edition, Montchrestien.
- POINT, P. (1993) : “Partage de la Ressource en Eau et Demande d’Alimentation en Eau Potable,” *Revue Economique*, 44 (4), 849-862.
- POLICY RESEARCH WORKING PAPER : (2468) “Pricing Subsidies, and the poor,” Demand for in Proved Water Services in Central America: The World Bank Latin America and the Caribbean Region Finance, Private Sector, and Infrastructure Sector Unit November 2000.
- RAPPORT du Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement (PNAE-DD), (2002).

Références bibliographiques

- RENZETTI, S. (1992a): "Estimating the Structure of Industrial Water Demands: The case of Canadian Manufacturing," *Land Economics*, 68 (4), 396-404.
- RENZETTI, S.J. (1992b): "Evaluating the Welfare Effects of Reforming Municipal Water Prices," *Journal of Environmental Economics and Management*, 22, 147-163.
- REYNAUD, A. (2003): "An Econometric Estimation of Industrial Water Demand in France," *Environmental and Resources Economics*, 25, 213-232.
- ROBERTS, M.J. (1986): "Economies of Density and Size in the Production and Delivery of Electric Power," *Land Economics*, 62(4), 378-387.
- SAGE, E. (1999) : "La concurrence par comparaison ("Yardstick Competition") : Théorie et applications - Une proposition pour le Secteur de l'Eau en France," Thèse de Doctorat, Université Paris IX - Dauphine.
- SALVENES, K.G., & S.TJOTTA. (1994): "Production Differences in Multiple Output Industries: an Application to Electric Distribution," *Journal of Productivity Analysis*, 5(1), 23-43.
- SAUSSIER, S. C. MENARD, (2004): "La délégation de service public, un mode organisationnel efficace ? Le cas de la distribution d'eau en France".
- SAUSSIER et al. (2004) : "Mode de gestion et efficacité de la distribution d'eau en France une analyse néo-institutionnelle".
- SERGHINI, M. (2002) : "L'allocation des coûts de mobilisation des ressources en eau," *New-Medit :- Mediterranean-journal-of-Economics*, 1 (1) ; 27-37.
- SEVESTRE, P. (2002) : *Econométrie des données de panel*, Dunod, Paris, 212 p.
- SMITH A. (1976) : "Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations," traduction française, Paris, Gallimard, 1976.
- SMITH, F.L. (1992) : "Economie de marché et protection de l'Environnement In : Falque, M. et G. Millière, *Ecologie et liberté, une autre approche de l'environnement*," Paris, Litec, collection Liberalia.
- SOPHIE., TREMOLT., & JANATHAN., HALPERN. (2006): "Regulation of Water and Sanitation Services: Getting Better Service to Poor People; the Global Partnership on Output-Based aid Gpoba Working paper Series paper N°. 8, June 2006.
- STEPHEN L. FELDMAN., JOHN BREESE., ROBERT OBEITER (1981): "The Search for Equity and Efficiency in the Pricing of a public Services," *Review of Economic Geography*, vol. 57, N° 1? *New Direction in Publication in Public Services* (Jan., 1981) ,78-93.

Références bibliographiques

- Stratégie de Développement de l'Agriculture "Conseil National Economique et Social," Janvier 2003.
- Système d'Information de la FAO sur l'Eau et l'Agriculture, 2005.
- THOMAS, A., & A. REYNAUD (2005) : "Demande Domestique en Eau et choix de délégation : le Cas Français", *Revue Economique*, 56 (5) :1145-68.
- VARIAN, H. R. (1995) : *Analyse microéconomique*. De Boeck Université.
- WILSON, R.B., (1993): *Nonlinear Pricing*, Oxford University Press, NY.
- WORLD BANK, *Private Sector Participation in the Water Supply and Waste Water Sector, Lessons from 6 Developing Countries*, 1997, by Daniel Rivera.
- YACOV., TSUR, (2005): "Economic Aspects of irrigation Water pricing," *Canadian Water Resources-Journal*, 30(1): 31-46.
- ZELLNER, A., (1962): "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Test for Aggregation Bias," *Journal of the American Statistical Association*, 58, 348-368.

ANNEXES

Annexes A

A Gestion et organisation

A.1 Les objectifs liés à la gestion durable de la ressource

Un nouveau schéma d'organisation, la gestion du service public de l'eau potable et de l'assainissement a été mis en place à partir de l'année 2001 avec la création de l'Algérienne des Eaux (ADE), et de l'Office National de l'Assainissement (ONA) sous statut d'EPIC¹. Ces deux établissements sont chargés par délégation des communes et l'état de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et de l'exploitation des infrastructures d'assainissement dans les périmètres urbains et communaux, ainsi que dans les zones de développement touristiques et industrielles (art. 6). À ce titre, ils proposent au Ministère des Ressources en Eau la politique de tarification et de redevance dans le domaine de l'eau et de l'assainissement (art 6 du décret portant création de l'ADE). Ils se substituent aux établissements nationaux, régionaux et locaux à savoir l'AGEP, les 9 EPE, les 25 EPDEMIA et les régies et services communaux².

- Dissolution des 9 EPE (décret exécutif n° 02 – 355 à 02 – 363 du 31 Octobre 2002 et de l'AGEP (décret exécutif n° 02 – 246 du 07 Décembre 2002).

- Les modalités de dissolution et de transfert des EPDEMIA et des régies locales sont en cours de préparation (groupe de travail MICL – MRE).

- La mise en place d'un projet de partenariat, pour la gestion de l'alimentation en eau potable et l'assainissement du Grand Alger (SEAAL). Afin d'évaluer le cadre juridique et réglementaire, pour la gestion et la conservation de la ressource en eau en Algérie, il est fait référence aux principes et règles universels qui prévoient un cadre général souhaitable pour la gestion intégrée des ressources en eau. Ce cadre renvoie aux principes suivants.

Principe écologique : les eaux douces sont une ressource finie et vulnérable, essentielle pour le maintien de la vie, le développement et l'environnement ;

Principe institutionnel : la mise en valeur et l'aménagement des eaux doivent s'appuyer sur une démarche participative, impliquant les usagers, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

¹ Décret n°01-101 et n° 01-102 du 27 Moharram 1422 (21 avril 2001).

² Rapport du Ministère des Ressources en Eau « Direction de l'Alimentation en eau potable » Bilan des Réalisations 1999/2003, Février 2004, P 08.

Annexes A

Principe instrumental : l'eau a une valeur économique dans toutes ces utilisations concurrentes, et devrait être reconnue comme un bien économique. Vécue pendant très longtemps comme un 'don de Dieu' et une ressource inépuisable, l'eau accède aujourd'hui au statut de 'bien rare' qu'il faut gérer en sensibilisant ses principaux utilisateurs.

Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :

- l'approvisionnement en eau à travers la mobilisation et la distribution d'eau en quantité suffisante et en qualité requise ;
- La préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers notamment la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ;
- La recherche et l'évaluation des ressources en eau superficielles et souterraines ainsi que la surveillance de leur état quantitatif et qualitatif ;
- La valorisation des eaux non conventionnelles de toute nature pour accroître les potentialités hydriques.

A.2 Les différents modes de gestion des services d'eau

La régie directe ou régie simple ne comprend pas d'organe spécialisé de gestion. Le fonctionnement du service et la gestion du personnel sont sous la responsabilité de la collectivité locale. La régie supporte toutes les dépenses d'exploitation, d'entretien, de renouvellement et encaisse toutes les recettes. Ces opérations financières font l'objet d'une comptabilité séparée dans un budget annexe qui doit être « équilibré en recettes et en dépenses ».

La régie dotée de la seule autonomie financière fonctionne un peu comme la régie directe mais les textes imposent la désignation d'un directeur qui veille au bon fonctionnement du service, prépare le budget et dirige le personnel. Elle se différencie de la régie directe par l'institution d'un conseil d'exploitation mais qui n'a qu'un rôle consultatif, l'assemblée délibérante prenant les décisions les plus importantes.

La régie autonome dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière est un petit établissement public administré par un conseil d'administration (désigné par l'assemblée délibérante) et un directeur (nommé par l'ordonnateur). Elle est dotée d'un

Annexes A

budget propre, dispose d'un patrimoine distinct de celui de la collectivité et fonctionne en grande partie selon les règles de droit privé.

A.3 La gestion déléguée

La concession est un contrat dans lequel le délégataire est chargé de financer les équipements nécessaires au bon fonctionnement du service et de les exploiter à ses risques et périls, moyennant le droit de percevoir des redevances payées par les usagers pour couvrir ses charges d'investissement et d'exploitation. À la fin du contrat (20 ans maximum³), les infrastructures reviennent à la collectivité.

L'affermage est un contrat dans lequel les frais du premier établissement ont été engagés par la collectivité. C'est la formule la plus souple et donc la plus répandue car elle permet de s'adapter au plus grand nombre de situations. Le fermier se voit confier la seule exploitation du service et il reçoit les redevances fixées par le contrat pour couvrir ses charges d'exploitation et ses frais de maintenance. N'ayant pas les travaux initiaux à sa charge, le fermier doit tout de même assumer les travaux d'entretien (et certains travaux de renouvellement, si clauses spécifiques). La collectivité perçoit une partie du produit des factures pour couvrir ses frais d'investissement. Compte tenu de ces spécificités, les contrats d'affermage ont, en général, une durée plus courte (7-12 ans⁴) que celle des contrats de concession.

La régie intéressée. La collectivité est responsable de l'organisation du service. Le régisseur engage l'exécution des tâches matérielles mais n'exploite pas à ses risques et périls. En particulier, il ne prend pas le risque des déficits d'exploitation. Le produit des factures revient à la collectivité. La rémunération du délégataire fixée par le contrat est fonction du chiffre d'affaires et elle bénéficie d'un intéressement aux résultats d'exploitation.

La gérance se distingue de la régie intéressée par le caractère forfaitaire de la rémunération du gérant. Elle est calculée en fonction du tarif des prestations assurées par le gérant qui est fixé par la collectivité. Elle ne dépend pas des résultats du service.

³ Sauf autorisation spéciale du Trésorier payeur général.

⁴ Boyer et al. (2002)

Annexes A

A 4 Principes des services publics

Le principe d'égalité nous semble difficile à définir. Dans le cas de l'eau, il signifie que tous les usagers peuvent demander à être raccordés au réseau de distribution. L'interprétation de ce principe devient délicate lorsqu'il s'agit de fixer le prix de l'eau au sein du service. Selon le Conseil Constitutionnel Français, « le principe d'égalité ne s'oppose pas à ce que le législateur règle de façon différente des situations différentes. Pour des raisons d'intérêt général et dans le respect de la loi, les différences de traitement sont possibles, mais elles ne doivent, en aucun cas, être arbitraires ou discriminatoires. L'instrument de mesure est la proportionnalité entre les moyens utilisés et les buts visés »⁵.

En vertu de ce principe, les services d'eau appliquent le plus souvent une tarification particulière à chaque type d'usagers : les ménages, les industriels et les agriculteurs.

Le principe de continuité du service public doit fonctionner de manière continue et régulière, c'est-à-dire que les usagers doivent pouvoir disposer d'une eau en quantité suffisante et d'une qualité réglementaire, en tout lieu et à tout moment.

Le principe d'adaptabilité ou mutabilité du service est la condition nécessaire pour suivre l'évolution des besoins d'intérêt général. Cette condition justifie les mutations qui interviennent régulièrement dans les services publics, qui doivent s'adapter tant aux progrès de la technique qu'à l'évolution de la demande sociale, et comme un devoir pour les usagers d'accepter ces changements.

⁵ Décision 81 – 130 DC du 30 octobre 1981.

Annexes B

B Le réseau d'eau potable

B.1 Structure d'un réseau de distribution d'eau

Un réseau de distribution est caractérisé par un ensemble de tronçons de conduites reliés par des points communs dénommés nœuds. Ce dernier peut être de deux types. Le nœud à débit fixé se caractérise par la connaissance de sa cote au sol et de son débit sortant. L'inconnue est de pression régnant au nœud. Le nœud à charge fixée se caractérise par la connaissance de sa pression mais non de son débit.

Un tronçon est délimité par les deux nœuds d'extrémité. Il est caractérisé par sa longueur, son diamètre, son coefficient de rugosité et le débit qui y transite. Un tronçon peut supporter une singularité : de longueur fictive nulle, une pompe sera représentée par sa puissance...

L'assemblage des conduites peut se faire en série lorsque les tronçons de nature différente sont placés bout à bout. On parle d'assemblage en parallèle lorsque les différents tronçons partent d'un même nœud amont et se rejoignent à un même nœud aval.

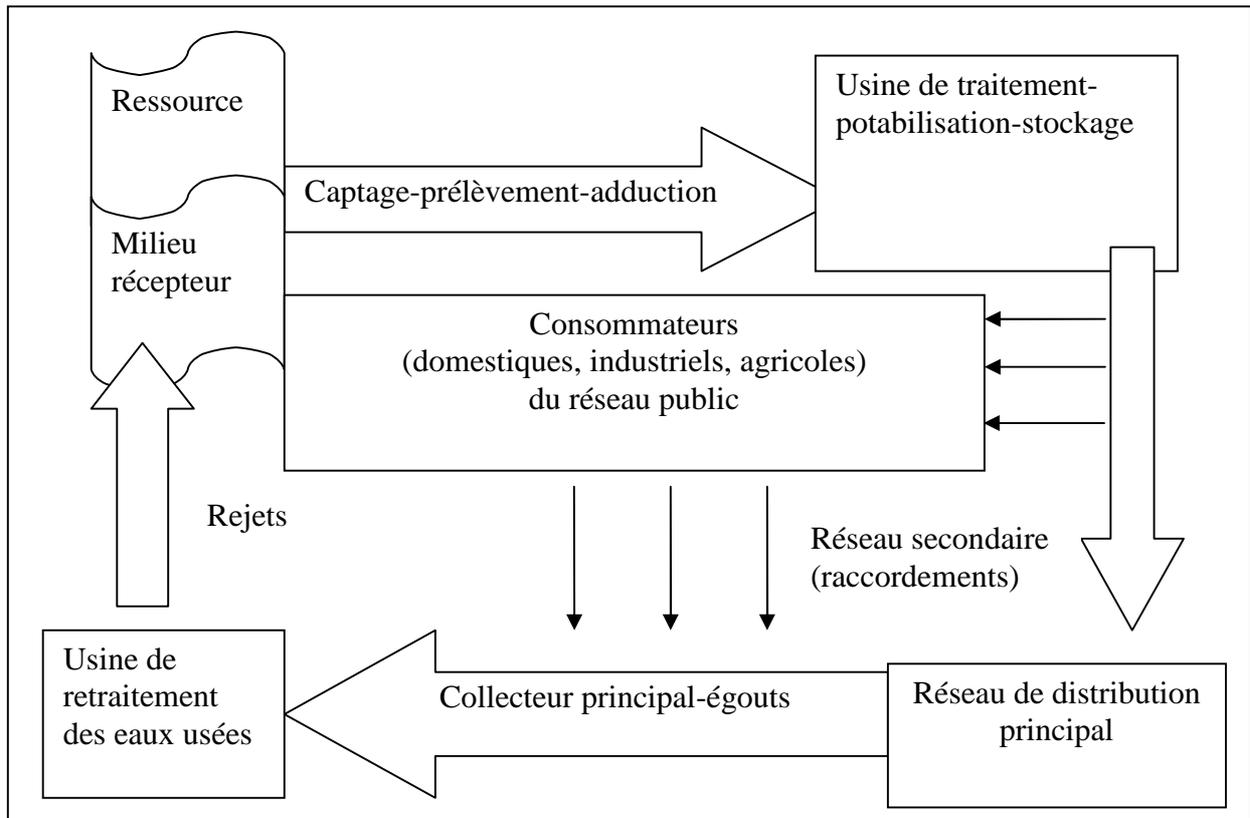
Il existe différents types de réseau. Le réseau ramifié est un réseau à structure arborescente à partir du nœud à charge fixée qui assure la mise en pression. Cette disposition est très couramment rencontrée en milieu rural. Elle est économique mais moins fiable quant à la sécurité d'approvisionnement : une rupture de conduite en un point prive d'eau tous les abonnés situés en aval de ce point. Dans un réseau maillé un certain nombre d'antennes sont bouclées. On le rencontre surtout en zone agglomérée. Ses avantages et inconvénients sont inverses de ceux d'un réseau ramifié. Un réseau étagé est un réseau comportant plusieurs secteurs de distribution, chacun d'eux étant à une pression différente.

B.1.1 Du milieu naturel au milieu récepteur à travers les diverses opérations caractéristiques des réseaux publics :

Avant d'étudier plus en détail les caractéristiques des réseaux publics en eau, il convient d'avoir une vision très générale des activités de ces services. La figure 1.1, ci-dessous, revient de manière simplifiée sur ce que représente, globalement, le système du réseau public en eau, celui-ci comprenant une activité « distribution » et une activité « assainissement »

Annexes B

Figure 1.1 : cycle de l'eau simplifié du milieu naturel au milieu récepteur via les réseaux publics de distribution et d'assainissement.



L'unité distribution est chargée exclusivement des réseaux de distribution, de leur maintenance, de la partie commerciale, de la qualité de l'eau et de toutes les tâches se rapportant au réseau de distribution (suivi des études et de la réalisation...).

Ces unités de distributions correspondent à un réseau géré et exploité par une même structure et délivrant une eau de même qualité. Elles prélèvent donc, en premier lieu, une eau brute, non traitée, issue d'une source, qui peut se révéler être une rivière, un lac, ou encore un aquifère souterrain. Ensuite, elles se chargent d'apporter cette eau vers une usine de traitement, dont le but est de la rendre potable et conforme aux normes en vigueur, en général très strictement fixées par le législateur. Ainsi, l'eau potable peut être distribuée, via le réseau public, aux consommateurs, qu'ils en fassent, comme nous l'avons rapidement expliqué dans le deuxième chapitre, un usage agricole, industriel, commercial ou résidentiel.

Après usage, l'eau qui n'a pas disparue lors de la consommation est collectée et acheminée, à travers le réseau d'assainissement (égouts), vers une usine de traitement des eaux dites « usées », ou « usine d'assainissement », chargée de débarrasser ces eaux usées de

Annexes B

leur capacité de pollution (toujours selon les normes en vigueur). Enfin, elle finit par être rejetée dans son milieu naturel, qui peut différer de celui dans lequel elle fut originellement prélevée. Ceci se produit à travers divers processus bien distincts.

B.1.2 Une "industrie" hautement intensive en capital¹

Ces deux activités (distribution et assainissement) peuvent être gérées de manière séparée, elles s'apparentent, l'une comme l'autre, à des industries traditionnelles, qui peuvent être définies comme constituant un "secteur économique regroupant les activités de transformation des produits" [Capul, Garnier, 1999, p.21], puisqu'elle en partage certaines caractéristiques : production d'un bien (qui consiste donc soit à extraire, acheminer, potabiliser et distribuer une ressource naturelle, soit à la traiter comme un déchet), lucratif puisqu'elle permet de dégager des recettes à travers la tarification que ces services appliquent aux consommateurs, et, surtout, utilisation d'une multitude de biens de production, de l'eau brute à l'usage d'infrastructures et d'énergie. Mais ce qui distingue cette « industrie » des autres réside en deux traits essentiels et indissociables, et fait que celle-ci ne s'apparente ici, que de loin, à ces mêmes industries « traditionnelles » : le fait qu'elle soit particulièrement "intensive en capital", et qu'elle touche à un domaine relevant du bien être et de la santé publique.

La gestion des services d'AEP est, de loin, l'industrie de service public la plus intensive en capital qu'il soit. [Beecher 1998] a mesuré l'intensité capitaliste de différentes industries de réseau américaines en utilisant le ratio « capital sur recettes annuelles » et a trouvé que, si ce ratio, pour les compagnies aériennes, le secteur des télécommunications, du gaz et d'électricité notamment, allait de 1 à 2,5, celui issu de l'étude de plusieurs unités de gestion des réseaux publics d'eau s'étendait de 5 à 16. C'est la nature même de la technologie de distribution et d'assainissement d'eau qui explique les résultats trouvés par Beecher, qui revient justement sur la nature très lourde des infrastructures des services d'AEP pour expliquer une telle différence avec d'autres industries de réseau.

On pourra toutefois distinguer clairement, dans chacune des deux activités qui caractérisent cette industrie, deux fonctions principales :

¹ Cité par DALMAS, 2003, p.144 -145.

Annexes B

1 La fonction de production au sens large, qui regroupe les activités suivantes le captage, le transfert, le traitement, et la mise en pression, ainsi que la gestion annexe au service du processus d'AEP, et les activités qui consistent à la récupération des eaux usées et le stockage de ces dernières.

2 La fonction de distribution de l'eau potable activités distribution et de la desserte permanente des bornes incendie, ainsi celle de collecte des eaux usées (activité 7), c'est-à-dire celle qui, pour ce qui est de la distribution, à partir des bassins de rétention, achemine l'eau vers les usagers à travers le réseau collectif (qui se compose d'un réseau principal, et de dérivations individuelles), et qui, pour ce qui est de l'assainissement, récupère, à travers un autre réseau séparé du premier, les eaux usées et les dirige vers une usine de traitement.

Ce qui distingue donc la première activité de la seconde, c'est justement le fait que, si la première relève d'une analyse industrielle plutôt classique, la seconde relève plutôt d'une analyse en termes de réseaux.

Annexe C

C Les méthodes d'estimation de systèmes d'équations de panel

Dans notre échantillon, les mêmes communes (les services d'eau) sont observées sur plusieurs périodes de temps successives. Les modèles économétriques qui prennent en compte les données qui ont une double dimension, individuelle (h) et temporelle (t) et par des effets spécifiques dans le terme d'erreur sont appelés "modèles de panel". Les avantages de ce type de modèles sont multiples.

Ajouter une dimension à un ensemble d'observations élargit l'échantillon qui sert à l'estimation des paramètres du modèle. La double dimension des données apporte une information supplémentaire par rapport à des données en coupe transversale ou en série temporelle. Elle donne plus de variabilité, plus de degrés de liberté, plus d'efficacité et réduit le risque de colinéarité entre les variables.

En outre, l'erreur composée permet le contrôle de la présence d'effets individuels et temporels dans le modèle. Elle permet de tenir compte de l'hétérogénéité entre les individus et de capter les variations dues au temps.

Notre modèle économétrique est composé de plusieurs équations. Nous avons expliqué précédemment que considérer les différentes régressions simultanément plutôt que séparément avait un intérêt informatif. Nous allons voir comment nous pouvons prendre en compte les corrélations entre les erreurs de chaque équation et avec quelles méthodes d'estimation. Le modèle de coût s'écrit :

$$\ln(CV_{ht}) = \ln CV(y_{ht}, w_{ht}, k_{ht}, z_{ht}, \dots, w_{Nht}) + u_{cv, ht}$$
$$s_i, ht = s_i(y_{ht}, w_{ht}, k_{ht}, z_{ht}, \dots, w_{Nht}) + u_{si, ht},$$

Où $h = 1, \dots, H$, H est le nombre total d'individus, $t = 1, \dots, T$, T est le nombre d'années d'observation. $u_{cv, ht}$ est le terme d'erreur associé à l'équation de coût variable translog(CV), $u_{si, ht}$, est le terme d'erreur entrant dans l'équation de part de coût i .

Annexe C

De façon standard dans l'analyse des données de panel, le terme d'erreur de l'équation m , pour l'observation ht se décompose de la façon suivante :

$$u_{m,ht} = \mu_{m,h} + \varepsilon_{m,ht}, \quad (1)$$

Où $\mu_{m,h}$ est l'effet spécifique individuel et $\varepsilon_{m,ht}$ est le terme d'erreur classique identique et indépendamment distribué (i.i.d.) pour l'équation m entre les individus et les périodes de temps. L'hypothèse généralement faite est que $E\left(\mu_{m,h} \varepsilon_{m,ht}\right) = 0, \forall m, h, t$. Cependant, nous permettons aux effets individuels ainsi qu'aux termes $\varepsilon_{m,ht}$ d'être corrélés entre chaque équation. En outre, nous n'imposons pas à nos termes d'erreur d'être homoscédastiques.

C.1 Le système "Seemingly Unrelated Regressions" (SUR)

Le principe de l'estimation SUR développée par Zellner (1962) selon lequel la corrélation entre les erreurs de chaque équation est prise en compte dans l'estimation, a été généralisé pour la première fois aux modèles à erreurs composées par Avery (1977).

Soit un système de M équations où la $m^{\text{ème}}$ équation est de la forme :

$$y_m = X_m \beta_m + u_m \quad m = 1, \dots, M, \quad (2)$$

Où y_m est de dimension $HT \times 1$, X_m est la matrice $HT \times k_m$ des variables explicatives, β_m est le vecteur $k_m \times 1$ des paramètres à estimer et u_m le terme d'erreur. Le terme d'erreur de l'équation m se décompose en : $u_m = \mu_m + \varepsilon_m$, où $\mu_m' = (\mu_1', \dots, \mu_H')$ est l'effet spécifique individuel invariant dans le temps avec e_t un vecteur $T \times 1$ de 1 et $\varepsilon_m' = (\varepsilon_{m11}, \dots, \varepsilon_{m1T}, \dots, \varepsilon_{mH1}, \dots, \varepsilon_{mHT})$ est un terme d'erreur i.i.d. pour l'équation m .

On peut réécrire les équations empilées sous la forme d'un système :

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X_2 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \dots & X_M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_M \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_M \end{bmatrix}, \quad (3)$$

Annexe C

Où bien encore sous forme matricielle compacte :

$$Y = X\beta + U, \quad (4)$$

Où Y est le vecteur ($MHT \times 1$) des variables à expliquer. Les observations sont empilées dans l'ordre des équations, services, années :

$$\text{Par exemple, } Y = \left[\left(Y_{111}, \dots, Y_{M11} \right), \left(Y_{112}, \dots, Y_{M12} \right), \dots, Y_{mit}, \dots, \left(Y_{1HT}, \dots, Y_{MHT} \right) \right].$$

X est la matrice ($MHT \times K$) des variables explicatives, où $k = \sum_m k_m$, et U le vecteur ($MHT \times 1$) des termes d'erreur.

Nous supposons que le terme d'erreur aléatoire ε est i.i.d. $(0, \Sigma_\varepsilon \otimes I_{HT})$, avec $\Sigma_\varepsilon = \left[\sigma_{\varepsilon_{mm'}}^2 \right]$ une matrice de dimension $M \times M$. Ainsi, on peut réécrire le système :

$$Y = \alpha + X\beta + \varepsilon \quad (5)$$

Où $\alpha' = (\alpha'_1, \dots, \alpha'_M)$ est un vecteur de constantes à estimer.

C.1.1 L'approche "effets fixes"

Nous allons considérer ici que l'effet individuel est fixe dans toutes les équations du système. Cela consiste à supposer que les α_m sont des paramètres inconnus constants à estimer. La méthode proposée pour estimer le système d'équations consiste dans un premier temps à transformer par l'opérateur Within (W) les deux membres du système d'équations. Dans ce cas, les α_m sont éliminés mais peuvent être estimés ex post. Cette méthode a l'avantage d'éliminer tout problème éventuel de corrélation entre les régresseurs et le terme individuel puisque ce dernier a disparu. En prémultipliant par $(I_M \otimes W)$ les équations du système, on obtient :

$$\tilde{Y} = \tilde{X}\beta + \tilde{\varepsilon}, \quad (6)$$

$$\text{Où } \tilde{Y} = (I_M \otimes W)Y, \tilde{X} = (I_M \otimes W)X \text{ et } \tilde{\varepsilon} = (I_M \otimes W)\varepsilon.$$

Dans un second temps, les équations du système sont estimées simultanément par la méthode SUR. Cela consiste à faire une estimation préliminaire des équations séparément par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) sur les variables transformées, puis à

Annexe C

réestimer globalement le modèle par la méthode des Moindres Carrés Généralisés (MCG) en utilisant les résidus Within de la première étape. Ainsi, l'estimateur Within s'écrit :

$$\hat{\beta}_w = (\tilde{X}'\tilde{X})^{-1} \tilde{X}'\tilde{Y}$$

Et la matrice de variance-covariance estimée à partir des résidus Within est :

$\Sigma_\varepsilon = \frac{\hat{\varepsilon}'_w \hat{\varepsilon}_w}{H(T-1)}$. En la réinjectant dans notre système, on obtient l'estimateur Within-SUR.

$$\hat{\beta}_{WSUR} = [\tilde{X}'(\hat{\Sigma}_\varepsilon^{-1} \otimes I_{HT})\tilde{X}]^{-1} \tilde{X}'(\hat{\Sigma}_\varepsilon^{-1} \otimes I_{HT})\tilde{Y}. \quad (7)$$

Rappelons que l'inconvénient majeur de cette méthode est que si certaines variables sont invariantes dans le temps, il n'est pas possible d'identifier leurs paramètres. De plus, les estimateurs Within ne sont pas efficaces car conditionner le modèle original par les α_m enlève beaucoup de degrés de liberté. Si l'ensemble des variables utilisées pour notre étude varie dans le temps, tous les paramètres peuvent être estimés. En outre, l'emploi de la procédure itérative du Zellner nous permet d'accroître l'efficacité de l'estimateur Within-SUR.

C.1.2 L'approche "effets aléatoires"

Notre modèle reste essentiellement le même que dans la section précédente, excepté pour l'effet individuel qui est maintenant considéré comme aléatoire. Le modèle est appelé "modèle à erreur composées". L'hypothèse faite en général est que les effets individuels ne sont pas corrélés avec le terme d'erreur général : $E(\alpha_{mh} \varepsilon_{m'h't}) = 0, \forall m, m', h, h', t$. En revanche, les effets individuels ainsi que les termes ε_{mht} peuvent être corrélés entre chaque équation. En outre, nous n'imposons pas à nos termes d'erreur d'être homoscédastiques. La matrice de variance-covariance a la forme suivante :

$$\Omega_{mm'} = E(u_m u_{m'}) = \sigma_{\alpha mm'}^2 (I_H \otimes J_T) + \sigma_{\varepsilon mm'}^2 I_{HT}.$$

La matrice de variance-covariance pour l'ensemble des M équations s'écrit alors :

$$\Omega = E(UU') = \Sigma_\alpha \otimes (I_H \otimes J_T) + \Sigma_\varepsilon \otimes I_{HT} \quad (8)$$

Où $\Sigma_\alpha = [\sigma_{\alpha mm'}^2]$ et $\Sigma_\varepsilon = [\sigma_{\varepsilon mm'}^2]$ sont deux matrices $M \times M$.

Annexe C

Dans un souci de simplification des notations, il est d'usage d'utiliser la transformation

$\Sigma_1 = T \Sigma_\alpha + \Sigma_\varepsilon$ et ainsi de réécrire la matrice de variance-covariance comme :

$$\Omega = \Sigma_1 \otimes \beta + \Sigma_\varepsilon \otimes W. \quad (9)$$

Grâce à cette décomposition, il est possible d'écrire :

$$\Omega^{-\frac{1}{2}} = \Sigma_1^{-\frac{1}{2}} \otimes \beta + \Sigma_\varepsilon^{-\frac{1}{2}} \otimes W.$$

L'estimateur MCG-SUR est défini de la façon suivante :

$$\hat{\beta}_{MCGSUR} = \left(X' \Omega^{-1} X \right)^{-1} X' \Omega^{-1} y, \quad (10)$$

Et sa variance est de la forme :

$$V(\hat{\beta}_{MCGSUR}) = \left(X' \Omega^{-1} X \right)^{-1} \quad (11)$$

Pour calculer cet estimateur, la matrice de variance-covariance (Ω) doit être estimée, en particulier ses composantes Σ_1 et Σ_ε :

$$\begin{cases} \hat{\Sigma}_1 = \frac{\hat{U}'_b \hat{U}_b}{H} \\ \hat{\Sigma}_\varepsilon = \frac{\hat{U}'_w \hat{U}_w}{H(T-1)} \end{cases}$$

On définit alors l'estimateur MCQG-SUR par :

$$\hat{\beta}_{MCQGSUR} = \left(X' \hat{\Omega}^{-1} X \right)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} Y, \quad (12)$$

$$\text{Où } \hat{\Omega} = \hat{\Sigma}_1 \otimes \beta + \hat{\Sigma}_\varepsilon \otimes W.$$

C.1.3 Les restrictions linéaires sur les paramètres entre les équations du système

La théorie économique de la production impose que la fonction de coût soit deux fois continûment différentiable et homogène de degré 1 par rapport aux prix des inputs. Ces conditions sont aisément imposées à la fonction de coût sous la forme des restrictions paramétriques dans un système de régressions ; nous pensons en particulier aux restrictions linéaires qu'il faut imposer entre les équations quand on estime conjointement une équation

Annexe C

de coût et ses équations de part de coût dérivées. Dans ce cas- là, les restrictions linéaires sur le vecteur des paramètres sont :

$$C\beta=r, \quad (13)$$

Elles sont facilement utilisables pour transformer les variables. C est une matrice $q \times k$ de rang q avec g le nombre de contraintes imposées et r un vecteur de dimension $g \times 1$. L'estimateur contraint MCG-SUR est égal à :

$$\hat{\beta}_{MCGSUR}^C = \hat{\beta}_{MCGSUR} + \left(X' \Omega^{-1} X \right)^{-1} C' \left[C \left(X' \Omega^{-1} X \right)^{-1} C' \right]^{-1} (r - C \hat{\beta}_{MCGSUR}), \quad (14)$$

Où $\hat{\beta}_{MCGSUR}^C$ et $\hat{\beta}_{MCGSUR}$ sont respectivement les estimateurs contraint et non contraint MCG-SUR du vecteur des paramètres β et de dimension $k \times 1$.

C.1.4 Le système d'équations simultanées

Un système d'équations simultanées ne se distingue d'un système d'équations SUR que par le fait qu'il y a des variables endogènes dans la partie droite des équations. Dans la suite de cette section, comme dans le cas d'une seule équation et suivant Hausman et Taylor (1981), nous supposons que l'endogénéité provient de la corrélation de certaines variables explicatives avec l'effet individuel non observé. Cela conduit à la non convergence des estimateurs des MCG classiques et nous oblige à utiliser des méthodes d'estimation par variables instrumentales. Nous allons considérer dans cette section un système dont les équations sont semblables au modèle (2). Nous écrivons la $m^{\text{ème}}$ équation comme suit :

$$y_m = R_m \omega_m + u_m, \quad m=1, \dots, M, \quad (15)$$

Où $R_m = [X_m, Z_m]$ avec X_m la matrice $HT \times k_m$ représentant les variables variant dans le temps et Z_m la matrice $HT \times G_m$ des variables invariants dans le temps de l'équation m . $\omega_m = [\beta_m, \delta_m]$ est le vecteur des paramètres qui leur sont respectivement associés. Le terme d'erreur u_m se décompose de la façon suivante : $\alpha_m + \varepsilon_m$. Nous pouvons réécrire le modèle sous une forme matricielle de la même façon que nous l'avons fait pour le système SUR (4).

$$Y = R\omega + U, \quad (16)$$

Où $Y = (y_1, \dots, y_G)'$ est de même pour ω et U . R est une matrice bloc-diagonale comme la matrice X dans l'équation (3).

Annexe C

Concernant l'endogénéité des variables de la partie droite des équations, nous utilisons les notations suivantes : $R = [X_1, X_2, Z_1, Z_2]$ est la matrice $MHT \times (k_1 + k_2 + G_1 + G_2)$ des régresseurs et $\omega = [\beta_1, \beta_2, \delta_1, \delta_2]$ le vecteur $(k_1 + k_2 + G_1 + G_2) \times 1$ des paramètres qui leur sont associés avec, comme dans le cas d'une seule équation, 1 et 2 indiquant respectivement les variables exogènes et les variables endogènes a priori. Pour éviter toute confusion dans les notations, les indices entre parenthèses indiquent le caractère endogène ou non de la variable, alors que les autres indices (sans parenthèses) numérotent les équations. En revanche, les variables explicatives sont toutes exogènes par rapport au terme d'erreur variant dans le temps ε . Nous avons alors les conditions d'orthogonalité suivantes :

$$E(X_1U) = 0, E(X_2U) = 0, E(Z_1\varepsilon) = 0, E(Z_2\varepsilon) = 0.$$

D La description des variables

D.1 : Descriptif des variables utilisées

- **Variable de consommation en eau**

La variable de consommation utilisée est la consommation trimestrielle moyenne d'un abonné domestique ($m^3/\text{trim}/\text{abonné}$) : *CONSAB*. Pour chaque commune de l'étude, elle est calculée en divisant le volume total d'eau potable distribué aux usagers domestiques par le nombre de ces usagers. Si les données dont on dispose permettent effectivement de travailler sur les volumes réellement consommés, on ne peut cependant pas distinguer les consommations domestiques de celles des artisans ou des professions libérales. En revanche, ce biais peut être pris en compte en intégrant dans les facteurs explicatifs de la consommation une variable de taux de salaire qui représente la part des actifs occupés sur leur lieu de travail.

- **Variable de prix de l'eau**

Le prix utilisé est le prix moyen correspondant à un volume consommé de 25 mètres cube d'eau par trimestre (DA/ m^3). Il inclut à la fois le service de l'eau et de l'assainissement : *PRIX*. Il est à signaler que les tarifications pratiquées dans les départements sont quasi systématiquement des tarifications binômes. Elles comprennent une partie fixe (charge fixe correspondant à la location et à l'entretien du compteur) et un prix constant au mètre cube pour l'ensemble des mètres cubes consommés. Les problèmes liés à l'application de tarifications progressives nous concernent vraiment ici. D'autre part, si la théorie économique suggère que le consommateur réagit au prix marginal (ici le prix au mètre cube hors abonnement), il est reconnu que le prix moyen, défini comme le total de la facture rapporté aux mètres cube consommés, est souvent la seule information que possèdent les usagers. Par conséquent, c'est la variable que nous retenons.

- **Caractéristiques sociodémographiques des usagers**

On dispose également d'un ensemble de variables sociodémographiques permettant de caractériser l'utilisateur moyen de chaque commune. Elles concernent les niveaux de revenu, d'autres effets peuvent être constatés à partir des variables de saisons (période creuse et période de pointe), il ressort que la variable saison capte l'effet sur la consommation. La

Annexes D

masse salariale des différentes catégories d'agents (cadres, maîtrises et agent d'exécutions) population desservie et la longueur du réseau, afin de calculer la densité au Km.

D.2 : Descriptif des variables techniques et financières

On dispose aussi des variables permettant de caractériser les réseaux de distribution et d'assainissement de chaque commune ou syndicat intercommunal. Elles seront notamment utilisées comme variables instrumentales pour tester l'endogénéité du prix de l'eau.

-*Prodchim* : produits de traitement (hypochlorite de calcium et de sodium...). Nous étudions enfin l'impact de la qualité de l'eau, via les produits chimiques.

-*Densit* : densité (Population desservie / longueur du réseau)

-*Fréq* : fréquence de distribution (heures et jours). Nous évaluons l'impact de la qualité du service, mesurée par la fréquence et les plages horaires de distribution aux abonnés, sur les performances du service d'eau, en s'intéressant aux élasticités de la demande en eau résidentielle par rapport aux variables *Heures* et *Jours*.

-*Rendmt* : rendement, volume facturé / volume distribué (%);

-*Long* : longueur du réseau (Km);

-*Proptr* : proportions des tranches ménages (%);

-*Nba* : nombre d'abonnés.

Annexes E

E Elasticité et prix à la Ramsey-Boiteux

E.1 Les élasticités de la demande

Les prix influencent les recettes de deux façons. Un prix appliqué à un bien (ou service) donné engendre une recette précise mais ce prix a vraisemblablement un impact sur la quantité totale demandée. Ainsi, une augmentation du prix peut accroître ou décroître les recettes. Le résultat final dépend de l'amplitude de la réaction de la demande à un changement des prix. Les économistes ont une mesure de cette amplitude : l'élasticité de la demande. Commençons par l'exemple d'une hypothétique demande :

Prix	Quantités échangées	Recettes
1 DA	24	24
2 DA	18	36
3 DA	12	36
4 DA	6	24

Dans cet exemple, l'augmentation du prix de 1 DA induit une baisse de 6 unités dans la quantité demandée, quel que soit le prix initial considérée. Cependant, l'impact sur la recette dépend de la situation de départ. Le concept d'élasticité permet de saisir cette caractéristique.

Pour un prix donné p , l'élasticité de la demande, dénotée $\eta(p)$, est définie par :

$$\eta(p) = - \frac{\% \Delta q}{\% \Delta p}. \text{ Formellement, la définition est :}$$

$$\eta(p) = - \frac{\frac{\Delta q}{q}}{\frac{\Delta p}{p}} = - \frac{\Delta q}{q} \times \frac{p}{\Delta p} = - \frac{\Delta q}{\Delta p} \times \frac{p}{q}$$

Où q , p et Δ représentent respectivement la quantité demandée, le prix unitaire et une variation de la variable (prix ou quantité). On peut réécrire ces formules de la manière suivante : % variation de la demande = $-\eta(p) \times$ % variation du prix, c'est-à-dire.

$$\frac{\Delta q}{q} = -\eta(p) \times \frac{\Delta p}{p}.$$

Ainsi, l'élasticité indique de quel pourcentage la demande va varier si le prix varie de 1%. Le tableau suivant donne les résultats du calcul des élasticités de l'exemple de demande, où \bar{p} et \bar{q} représentent le prix moyen la quantité moyenne respectivement.

Annexes E

Tableau 2. Calcul des élasticités									
prix	quantités	recettes	Δp	\bar{p}	$\Delta p / \bar{p}$	Δq	\bar{q}	$\Delta q / \bar{q}$	η
1	24	24							
			1	3/2	2/3	-6	21	-2/7	3/7
2	18	36							
			1	5/2	2/5	-6	15	-2/5	1
3	12	36							
			1	7/2	2/7	-6	9	-2/3	7/3
4	6	24							

Une élasticité de 3/7 ou 0.43 indique qu'une variation relative du prix de 2/3 (1DA par rapport à 1,5 DA, ou 66 %) induit une variation relative de signe opposé de 2/7 (ou de 29 %), c'est-à-dire, $-0,43 \times 0,66 = -3/7 \times 2/3 = -2/7 = -0,29$.

Nous remarquons que l'élasticité n'est généralement pas une constante. Elle varie en fonction du point de référence, c'est-à-dire en fonction du niveau de demande à partir duquel le changement de tarif est effectué ou considéré. C'est pour cette raison que l'on fait dépendre η de p : $\eta(p)$. Comme la demande q décroît, ou du moins n'augmente pas, lorsque le prix augmente, l'élasticité $\eta(p)$ augmente normalement avec le prix p . c'est le cas dans l'exemple précédent, bien que la pente de courbe de demande soit constante quel que soit le prix p : $\frac{\Delta q}{\Delta p} = -6$. L'élasticité croît avec p car le ratio $\frac{p}{q}$ augmente avec p . La variation de la recette est aussi liée à l'élasticité. Un accroissement du prix entraîne une augmentation de la recette si et seulement si l'élasticité est inférieure à 1, c'est-à-dire si $\eta(p) < 1$. Une diminution du prix augmente les recettes si et seulement si l'élasticité est supérieure à 1, $\eta(p) > 1$. La valeur de l'élasticité est essentiellement déterminée par trois facteurs :

- L'existence ou non de proches substituts : l'élasticité est d'autant plus grande qu'il existe des biens substituts, puisque les consommateurs peuvent éviter une augmentation du prix en achetant ces biens substituts.

Annexes E

- L'importance du bien dans le budget ou dans un sous-budget (par exemple, le coût du taxi entre la résidence et l'aéroport dans le coût total d'un déplacement Montréal-paris ; plus cette part est faible, plus l'élasticité de la demande de service de taxi est faible).
- L'échelle de temps considérée : plus la période étudiée est longue, plus l'élasticité est élevée car plus nombreuses sont les possibilités d'ajustement.

Deux cas particuliers sont à mentionner. Le premier est celui de la demande parfaitement inélastique. La demande est alors totalement insensible aux variations de prix, au moins dans l'intervalle des prix considérées. Il est plausible que la demande soit inélastique à court terme, mais cela est moins probable à long terme. Le deuxième cas est celui de l'élasticité constante. Par exemple, si la demande peut être exprimée par la fonction $q = Ap^{-\alpha}$ dans l'intervalle considéré, où A est constante, alors $\eta(p) = \alpha$, quelles que soient les valeurs de p choisies dans l'intervalle. Un exemple d'une telle fonction est $q = \frac{1}{p}$.

Élasticités croisées

On peut définir d'autres élasticités, par rapport à d'autres variables, comme le revenu ou les prix des autres biens. Par exemple, supposons que la demande pour un bien i dépende non seulement de son prix p_i mais également du prix de $m - 1$ d'autres biens. Formellement, la demande pour le bien i est donnée par $q_i = d_i(p_1, \dots, p_m)$. On peut alors définir l'élasticité de la demande pour le bien i par rapport au prix du bien j par :

$$\eta_{ij}(p) = \frac{\Delta q_i}{\Delta p_j} \times \frac{p_j}{q_i}. \text{ On parle alors de l'élasticité croisée.}$$

E.2 Les prix de Ramsey-Boiteux dans le cas général

Une entreprise produit m biens et la demande pour le bien i est donnée par $q_i = d_i(p_1, \dots, p_m)$, $i = 1, \dots, m$. On suppose d_i différentiable. Les élasticités croisées peuvent alors s'écrire : $\eta_{ij}(p) = \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \times \frac{p_j}{q_i}$. Supposons qu'on peut inverser le système de fonctions de demande pour obtenir $p_i = f_i(q_1, \dots, q_m)$. On peut alors définir les élasticités

Annexes E

croisées de ces fonctions de demande inverses : $\varphi_{ij}(q) = \frac{\partial p_j}{\partial q_i} \frac{q_i}{p_j}$. L'utilisateur veut que, dans le cas général (plus de deux biens), on exprime la règle de Ramsey-Boiteux en termes de ces dernières. De façon précise, les prix de Ramsey-Boiteux sont définis par :

$$\frac{P_i - c_i}{P_i} = \frac{\lambda}{s_i}, i, \dots, m$$

Où

$$s_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \varphi_{ij} \frac{p_j q_j}{p_i q_i}}$$

Si $\varphi_{ij} = 0 \forall j \neq i$, on alors $\varphi_{ii} = \frac{1}{\eta_{ii}}$, si bien que $s_i = \eta_{ii}$, $\forall i$. Autrement, la relation entre les η_{ij} et les φ_{ij} est plus complexe, si bien que chercher à exprimer la formule qui précède en termes des élasticités η_{ij} donnerait une formule très lourde et difficile à interpréter.

Résumé :

En Algérie, les responsables de la gestion du service de l'eau ont fait recours à des entreprises spécialisées dans la production et la distribution d'eau potable. En conséquence, il est nécessaire de disposer d'évaluations de la demande et des coûts de ces activités. Cette thèse propose une étude sur la tarification des services d'AEP, pour financer ces activités. Elle constitue un levier commercial important pour l'entreprise, et pour l'économie dans son ensemble. Sa mise en place suppose que les courbes de demande et de coût soient parfaitement connues. Cette thèse embrasse alors deux études micro-économétriques : l'une sur la fonction de demande, et l'autre réside dans la fonction de coût de l'alimentation en eau potable. En théorie, la fixation des prix est définie par la confrontation de la demande et de l'offre. La tarification tient compte de l'offre et donc les coûts supportés par l'organisme gestionnaire de la ressource en eau. Les coûts correspondants sont variables dans l'espace. Les conditions naturelles liées à l'état de la ressource en quantité et en qualité, sa localisation constituent des éléments explicatifs des coûts dont la variabilité est forte. L'objectif de cette partie est d'analyser la structure des coûts d'alimentation en eau potable à partir de données algériennes sur les services d'eau municipaux. Plus précisément, il s'agira d'estimer une fonction de coût de production d'eau potable en Algérie afin d'évaluer les performances de ce secteur. La fonction de coût synthétisant l'information relative aux choix technologiques à la disposition des entreprises, sa structure peut fournir de nombreux renseignements quant à la nature de la technologie de la firme. Les performances des services de production et de distribution d'eau sont généralement appréhendées par le coût marginal de production mais d'autres mesures relatives aux investissements spécifiques des services sont également utiles (élasticités, économies d'échelle, économies d'envergure etc.) afin d'apporter des indications sur l'état des réseaux de production et de distribution d'eau potable.

Mots clés : Ressources en eau potable, données de panel, fonction de coût de production, fonction de demande, tarification des services, fréquence et plages horaires de distribution.

ملخص :

لجأت الجهات المسؤولة عن تسيير خدمات المياه في الجزائر إلى مؤسسات متخصصة في إنتاج المياه الشروب، وهذا لتغطية النقص في إنتاج وتسيير هذه المادة الحيوية. ولهذا أصبح من الضروري توفير معلومات كافية تخص تقويم الطلب على المياه وتكاليف النشاطات المرتبطة به.

يقترح هذا البحث دراسة تسعير الخدمات التي اعتمدها مصالح المياه بحيث يمكنها من تمويل نشاطاتها. وستسمح هذه التسعيرة بأن تكون دعامة تجارية هامة للمؤسسة، وللاقتصاد ككل. إن إقامة نظام لتسعيرة المياه يفترض المعرفة الدقيقة بمنحنيات الطلب والتكاليف على حد سواء. ويستعمل البحث دراستين في مجال الاقتصاد الجزئي القياسي: تُعنى الأولى بدالة الطلب، في حين تهتم الثانية بدالة التكاليف والتزود بالمياه الشروب.

نظريا، يتم تحديد الأسعار عن طريق مقابلة العرض والطلب. وتأخذ التسعيرة في هذه الحالة بعين الاعتبار هذا الأخير، وبالتالي فإن التكاليف المتغيرة في المجال والتي تتحملها الهيئة المسيرة للموارد المائية، يمكن تفسيرها على ضوء الظروف الطبيعية التي تتحكم في حالة الموارد كميا ونوعيا، وكذا تموقعها جغرافيا.

يهدف هذا الجزء من البحث إلى تحليل هيكل تكاليف التزود بالمياه الصالحة للشرب انطلاقا من معطيات جزائرية عن المصالح البلدية للمياه الشروب، وبشكل أدق تقدير تكاليف إنتاج المياه الصالحة للشرب في الجزائر بهدف تقييم الأداءات في هذا القطاع.

تتضمن دالة الطلب معلومات متعلقة بالاختيارات التكنولوجية التي تستخدمها المؤسسة، ويمكننا من خلال هيكلتها الحصول على الكثير من المعلومات المتعلقة بالتكنولوجيا التي تعتمدها الشركة، كما يمكننا الإلمام بمستوى أداء مصالحي إنتاج وتوزيع المياه عن طريق التكلفة الحدية للإنتاج، وكذلك التعرف على التدابير المتعلقة بالاستثمارات الخاصة للمصالح (المرونة، اقتصاد السلم، اقتصاد الحجم... الخ)، سيكون مؤشرات عن حالة شبكات الإنتاج وتوزيع المياه الصالحة للشرب.

الكلمات الرئيسية: الموارد المائية الصالحة للشرب، بيانات البائل، تكلفة الإنتاج، دالة الطلب، التسعيرة، مواقيت التوزيع، فتحات التردد في التوزيع