

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET

DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE MANAGEMENT

ENSM. ALGER

MASTER ACADEMIQUE EN ÉCONOMIE INDUSTRIELLE DES

RÉSEAUX ET INFRASTRUCTURES

MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

**LA DEMANDE D'EAU À USAGE RÉSIDENTIEL À
L'OUEST ALGÉRIEN (2009-2011): UNE ANALYSE
ECONOMÉTRIQUE SUR DONNÉES DE
PANEL.**

Présenté par :

Melle. SARRA Rezzoug

Encadré par :

Dr. WASSIM Benhassine

ANNÉE 2012-2013

Résumé :

La crise de l'eau est aujourd'hui une vraie menace pour le développement. Face à cette situation, les économistes sont contraints de chercher des solutions rationnelles pour améliorer la gestion de cette ressource. Notre étude s'inscrit dans cette même thématique de recherche. Pour cette raison, nous avons estimé la fonction de demande en eau potable dans les wilayas de l'Ouest algérien. Cette démarche a pour objectif de comprendre les déterminants de cette demande et l'impact de la politique tarifaire sur elle. Pour cela, nous avons fait appel à des estimations avec des données de panel (2009 à 2011) sur un échantillon de neuf Wilayas.

Après l'estimation de nos modèles, nous avons trouvé que l'élasticité prix de la demande au niveau de ces Wilaya est comprise entre -0,23 et -0,30.

Mots clés : Fonction de demande, Tarifaire, Algérie, Eau potable

Abstract:

The crisis of water is today a true threat for the development. In this situation, the economists are constrained to improve management of this resource. Our study falls under this same set of themes of research. For this reason, we estimated the function we called on estimates with data of panel (2009 to 2011) on a sample of nine Wilayas.

After the estimate of our models, we found that elasticity demand price on the level of these wilaya lies between -0.23 and -0.30.

Keys words : Tariff, Drinking water, Algeria, Demand for drinking

ملخص:

تشكل أزمة المياه تهديدا للتنمية مما أجبرت الاقتصاديين على البحث عن حلول عقلانية لتحسين سير هذا المورد. لذا قمنا في دراستنا هذه على تقدير دالة الطلب للمياه الصالحة للشرب الخاصة بولايات الغرب الجزائري، و هذا قصد فهم محددات الطلب، و تأثير سياسة التسعير على هذه الثروة باستخدام بيانات اللوحة من 2009 إلى 2011 على عينة من تسع ولايات، و قد نتج عن تقدير النماذج المستخدمة أن مرونة الطلب السعرية تتراوح ما بين -0.23 -0.30.

الكلمات المفتاحية: التسعير، دالة الطلب، الجزائر، المياه الصالحة للشرب

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Abréviation	Signification
ABH	Agences de Bassin Hydrographique.
ADE	Algérienne des Eaux.
ONA	Office National de l'Assainissement.
OMC	Organisation Mondiale du Commerce.
BM	Banque Mondiale.
MRE	Ministère des Ressources en Eau.
OMS	Organisation Mondiale de Santé.
OMD	Objectifs Millénaires pour le Développement.
ONU	Organisation internationale des Nations Unies.
AEP	Assainissement et Eau Potable.
CM	CoûtMoyen.
Cm	Coût Marginal.
Rm	Recette Marginale.
PM	Prix Moyen.
Pm	Prix Marginal.
MCO	Moindres Carrés Ordinaires.
VI	Variabes Instrumentales.
EMV	Estimation par Maximum de Vraisemblance.
DMC	Double Moindres Carrés.
MCG	Moindres Carrés Généralisée.
ES	Equations Simultanées.

LISTE DES TABLEAUX

N°	Tableau	Page
1	L'influence des politiques de non-prix.	59
2	Principales études sur la demande domestique.	60
3	Estimation du modèle par MCO.	71
4	Estimation du modèle par MCO et la méthode de White.	72
5	Estimation du modèle à effets fixes.	72
6	Estimation du modèle à effets aléatoires.	73
7	Le test d'Hausman.	74
8	Les résultats de l'estimation de la fonction de demande.	75

LISTE DES FIGURES

N°	Figure	Page
1	L'évolution des investissements publics en Algérie.	13
2	L'évolution du nombre de barrages.	14
3	L'évolution du linéaire du réseau d'AEP.	15
4	L'évolution des dotations journalières.	16
5	L'évolution des tau de raccordement au réseau d'AEP.	16
6	L'évolution des taux de raccordement au réseau d'assainissement.	17
7	L'évolution de l'eau de dessalement.	21
8	L'évolution des eaux usées.	21
9	La tarification du monopole naturel.	30
10	Les types de structures tarifaires.	40
11	Types de tarification proportionnelle.	41
12	l'évolution de la consommation en eau potable durant la période (2009-2011).	69

SOMMAIRE

Introduction générale	01
------------------------------------	-----------

CHAPITRE 1 : le secteur hydraulique Algérien : obstacles et défis

Introduction.....	05
1. Le contexte hydrographique	07
1.1. Un déséquilibre territorial.....	07
1.2. Ressources irrégulières et très inégalement réparties.....	07
1.3. Des ressources surexploitées et polluées.....	08
2. Le contexte institutionnel	09
2.1. Une gestion centralisée.....	09
2.2. Une gestion défaillante	10
2.3. Les recommandations internationales : Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD).....	10
3. Les réformes du secteur hydraulique en Algérie.....	13
3.1. Le développement des infrastructures	13
3.2. L'impact du développement d'infrastructures sur le secteur.....	15
3.3. Les réformes institutionnelles	18
3.4. L'impact des réformes institutionnelles sur le secteur.....	22
Conclusion.....	24

CHAPITRE 2 : Organisation et réglementation des services publics d'eau et d'assainissement

Introduction.....	25
1. Aspects théoriques relatifs au monopole public	28
1.1. L'inefficacité du monopole.....	28
1.2. Le monopole naturel	28
2. Les modes organisationnels du secteur d'eau et d'assainissement.....	31
2.1. Les modes de gestion directe de l'entreprise publique.....	32
2.2. Les contrats de gestion déléguée des services publics	32

3. La régulation et la tarification du service d'eau et d'assainissement.....	33
3.1.La réglementation par le prix (les contrats).....	34
3.2. La tarification du monopole public	36
3.3. La tarification du service d'eau et d'assainissement	38
Conclusion.....	48

CHAPITRE 3 :L'estimation de la fonction de demande en eau potable de l'Ouest Algérien

Introduction.....	51
1. Revue de la littérature	53
1.1. La spécification des modèles de demande en eau potable	53
1.2. L'évolution des méthodes économétriques utilisées.....	59
1.3. Résultats empiriques	61
2. L'estimation de la fonction de demande résidentielle en eau.....	65
2.1. Définition des données de panel.....	65
2.2. Le modèle économique	65
2.3. Le modèle économétrique	67
3. Résultats empiriques et conclusions.....	69
3.1. Analyse descriptive	69
3.2. La fonction de demande en eau domestique de l'Ouest Algérien.....	70
3.3. L'interprétation économique des résultats	75
Conclusion.....	76
Conclusion générale.....	78

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le caractère primordial de l'eau dans la plupart des activités humaines et l'absence radicale de substituts en font un enjeu social et politique majeur. Dans certaines sociétés, il peut exister une dimension idéologique, voir religieuse, imposant que l'eau soit accessible à tous sans prix et sans limites. L'eau n'est donc pas un bien comme les autres. Même si elle partage certaines propriétés des biens usuels (sa relative homogénéité et la facilité à identifier ses caractéristiques), elle s'en différencie en raison de son rôle absolument essentiel pour la survie humaine. En effet, sa disponibilité, son accessibilité en termes de prix et sa qualité sont des facteurs de première importance non seulement en termes de santé publique et de mortalité (en particulier dans les pays en développement), mais également en termes de taille des populations¹. Par ailleurs, l'eau est un bien qui n'a généralement pas de substituts ce qui renforce d'avantage la dépendance vis-à-vis de ce bien de première nécessité.

Selon les spécialistes, les ressources en eau au niveau mondiale se réduisent d'année en année, certaines régions du globe étant plus touché que d'autres. Ce constat est principalement le fait du gaspillage, de la surexploitation, du changement climatique, de la croissance démographique, des exigences économiques du développement, d'un manque de capitaux, de la pollution croissante due à l'activité économique, mais également c'est dû aux prix administrés inférieurs aux coûts d'exploitation. Cela entraîne pour les exploitants des déficits budgétaires et incite des consommateurs à une utilisation irrationnelle des ressources en eau.

L'approvisionnement en eau constitue pourtant un enjeu majeur dans nos sociétés moderne. D'après le Water Resources Institute, il existe déjà plus de 232 millions de personnes, dans 26 pays, qui commencent à souffrir du manque d'eau. D'ici 2032, ce chiffre dépassera la barre des 50 % de la population mondiale. Dans cette même lignée, le Conseil Mondial de l'Eau, dans son 3ème Forum tenu à Kyoto en 2003, avait avancé que sur une population de 6 milliards d'habitants, un habitant sur quatre n'accède pas à une eau de qualité et en quantité suffisante et qu'un habitant sur deux ne dispose pas d'un système d'assainissement adéquat. Par ailleurs, chaque année 7 millions de personnes meurent à cause des maladies d'origine hydrique.

¹Claude Ménard, Enjeux d'eau : la dimension institutionnelle Tiers-Monde. Enjeux urbains, ruraux, régionaux 2001, tome 42 n°166.P259

Devant cette situation, l'Algérie était classée en 2000 à la 16ème place des pays ayant un problème d'approvisionnement en eau (CNES, 2000). En effet, avec une disponibilité inférieure à 500 m³/an/hab, ce pays était situé sous les deux seuils fixés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).²

L'Organisation internationale des Nations Unies a fixé, pour l'horizon 2015, huit objectifs, dits « objectifs millénaires », pour le développement. Ces objectifs visent à promouvoir le progrès social, à instaurer de meilleures conditions de vie et à accroître le respect des droits fondamentaux de l'homme dans les pays membres. L'Algérie, à l'instar de tous les pays signataires de la Déclaration du Millénaire, s'est engagée à atteindre ces huit objectifs avant l'horizon de 2015.

Dans le contexte de la surexploitation des ressources naturelles, le septième objectif millénaire fixé par l'ONU vise à assurer un environnement durable. A cet égard, il cible quatre sous-objectifs dont les deux plus importants sont l'intégration des principes du développement durable dans les politiques et les programmes nationaux (ainsi que la réduction de la déperdition des ressources naturelles) et la réduction de moitié du pourcentage de la population n'ayant pas accès de façon durable à l'eau potable et aux services d'assainissement de base.

Malgré les lourds investissements engagés dans ce secteur depuis les années 60, la situation du secteur de l'eau en Algérie n'a cessé de se dégrader. Le pays a consacré, en moyenne, 2% de son PIB pour faire face aux besoins de ce secteur. D'ailleurs, grâce à ces investissements, l'Algérie compte aujourd'hui plus de 110 barrages en exploitation d'une capacité de 12 milliards de m³. Cependant, pour diverses raisons, ces ouvrages ne mobilisent que 4,5 milliards de m³/an (CNES, 2000). De ce fait, la disponibilité par tête d'habitant en Algérie ne dépasse pas la barre des 160 litre/jour/habitant³.

Face à cette situation, l'Algérie a fait le choix de se lancer depuis peu, mais de façon intense, dans le dessalement de l'eau de mer⁴. Elle s'est fixée comme objectif de réaliser 13 stations

²Le seuil de stress hydrique (des disponibilités inférieures à 1500m³/an/hab) et seuil de pénurie chronique (des disponibilités inférieures à 1000m³/an/hab)

³La quantité minimale pour une bonne hygiène de vie est fixée par l'OMS à 250 l/j/hab

⁴Le dessalement de l'eau de mer coûte en moyenne entre 1 et 2 \$, soit deux à trois fois plus cher qu'une production par forage ou barrage (27,45 DA/m³).

d'une capacité de 2.260.000 m³/j (soit l'équivalent de 11.873.220 habitants⁵4 (ADE, 2009)). Ce choix permettra de faire face aux besoins grandissants du pays, mais également d'atténuer la pression sur les ressources locales.

Cependant, cette approche par l'offre reste insuffisante si elle n'est pas accompagnée par une politique de gestion par la demande. En effet, si l'objectif majeur est d'assurer à tous les citoyens l'accessibilité à l'eau, il est également de notre responsabilité d'assurer un approvisionnement durable et responsable. D'ailleurs, le fait de maîtriser la demande revient indirectement à assurer une offre supplémentaire à travers une bonne répartition de la ressource. Ainsi, il est impératif de comprendre les déterminants de la demande pour assimiler le comportement des consommateurs et d'agir en conséquence.

Une bonne évaluation de la demande et précisément l'élasticité prix est indispensable pour une gestion de la ressource à la fois équitable et efficace en termes d'allocation des ressources. Les prix constituent un outil potentiellement important dans la gestion de la demande en eau quand les ressources sont rares. Un système tarifaire bien conçu peut encourager la conservation, et réduire la demande et les besoins d'expansion des infrastructures futures.

L'objet de ce mémoire est l'estimation de la fonction de demande d'eau des ménages de l'Ouest Algérien afin d'évaluer l'élasticité-prix. La méthodologie utilisée consiste à appliquer les méthodes de panel sur une base de données observées sur 3 années (de 2009 à 2011) pour 9 Wilayas de l'Ouest Algérien. Les données disponibles pour cette étude concernent exclusivement les abonnés résidentiels au service d'eau. Nous ne traiterons donc pas la demande relative aux industriels et aux agriculteurs. La fonction de demande spécifiée repose sur l'hypothèse de séparabilité entre l'eau et les autres biens. Cette hypothèse est justifiée par l'absence de biens totalement complémentaires ou substituables à l'eau potable.

La problématique centrale de notre mémoire est de connaître l'impact de la tarification sur la demande résidentielle en eau potable à l'Ouest Algérien ? Nous déclinerons, plus précisément cette problématique générale, en trois sous-questions de recherche :

⁵Le dessalement de l'eau de mer coûte en moyenne entre 1 et 2 \$, soit deux à trois fois plus cher qu'une production par forage ou barrage (27,45 DA/m³).

- Quel besoin de régulation dans le secteur de l'eau ?
- A quoi sert la "tarification" de l'eau potable ?
- La "tarification" aurait-elle d'autres visées que celles qu'elle affiche ?

Le cadre théorique général, sur lequel s'appuie ce travail renvoie à la théorie de l'allocation optimale des ressources. Notre mémoire de recherche s'articulera en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la présentation du secteur de l'eau en Algérie et les changements qui ont marqué le monde de la ressource hydrique durant les dernières années. Nous décrivons de façon explicite, l'organisation et la réglementation des services publics d'eau potable et d'assainissement en Algérie. Les aspects liés à la tarification des services de l'eau potable font l'objet du second chapitre. En effet, après avoir étudié les spécificités organisationnelles de ce secteur, nous procédons à une étude sur l'apport de la théorie économique dans la définition des systèmes tarifaires. Et enfin, le troisième chapitre sera consacré à l'estimation de la fonction de demande résidentielle en eau potable au niveau des Wilayas de l'Ouest Algérien durant la période (2009-2011). Après avoir exposé une revue de la littérature concernant les estimations des fonctions de demande domestique en eau dans une première section, nous présentons dans une seconde section les variables explicatives retenues et les méthodes économétriques les plus appropriées pour l'estimation de la fonction de demande. Les résultats de l'estimation présentés principalement par les élasticités prix ainsi que leur interprétation économique feront l'objet d'une troisième section.

***CHAPITRE 1 LE SECTEUR
HYDRAULIQUE ALGÉRIEN :
OBSTACLES ET DÉFIS***

INTRODUCTION

À l'exception des eaux fossiles du Sahara, les ressources hydrauliques naturelles de l'Algérie dépendent essentiellement de la pluviométrie. Celle-ci est très inégalement répartie sur le territoire et caractérisée par de fortes irrégularités intra-annuelles et interannuelles. Ainsi, des phénomènes de pollution, en particulier industrielle, accélèrent la réduction des ressources utilisables de manière directe ou indirecte⁶.

Face à la faiblesse des financements consacrés à l'entretien et à la maintenance des installations, d'importants volumes sont perdus dans les réseaux de distribution d'eau urbaine et d'eau et d'irrigation. Ces pertes en eau peuvent représenter jusqu'à 50% de la production⁷.

La tarification de l'eau est rarement efficiente. En effet, les tarifs administrés sont souvent inférieurs aux coûts. Les pouvoirs publics subventionnent donc généralement l'essentiel des coûts d'installation et des déficits d'exploitation.

L'application de tarifs faibles vise à l'équité sociale, c'est-à-dire à la satisfaction des besoins des pauvres. Cependant, ces tarifs administrés ne reflètent généralement pas la rareté de l'eau. Par ailleurs, elle engendre comme effet pervers à travers un gaspillage et l'utilisation irrationnelle de l'eau par des consommateurs dont certains n'ont pas besoin d'être subventionnés⁸.

En Algérie, la gestion du secteur est centralisée. En effet, la gestion des services de l'eau et d'assainissement de toutes les communes du pays est de la responsabilité de l'Algérienne des Eaux (ADE) et de l'Office National de l'Assainissement (ONA) qui sont deux établissements publics sous la tutelle directe du Ministère des Ressources en Eaux⁹.

Les problèmes d'alimentation en eau potable en Algérie relèvent d'aspects aussi bien quantitatifs (accroissement constant de la consommation) que qualitatif (pollution sous ses diverses formes). Pour répondre à ces besoins, de lourds investissements ont été engagés dans ce secteur au cours de la dernière décennie.

⁶Système Euro-méditerranéen d'informations sur les savoirs faire dans le domaine de l'eau, « Approvisionnement en eau potable et assainissement au niveau locale –Algérie ». (2005). P. 16.

⁷Benblidia, M. (2011) : « L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique », *Plan Bleu* .P. 7.

⁸ Salem. A, (2007) : « La tarification de l'eau au centre de la régulation publique en Algérie », *Actes des JSIRAUF*. P01.

⁹Benblidia, M. Thivet, G. (2010) : « Gestion des ressources en eau : les limites d'une pratique de l'offre », *Les notes d'analyse du CIHEAM* , N 58.P. 4.

Cette politique de l'offre reste insuffisante si elle n'est pas accompagnée d'une politique de gestion par la demande. En effet, si le problème majeur est d'assurer la sécurité de l'approvisionnement en eau à l'ensemble des citoyens, il est également de la responsabilité des gouvernements d'assurer un approvisionnement durable et responsable.

Face à ce type de défaillances, la mise en œuvre d'une politique de gestion de service de l'eau décentralisée et intégrée semble indispensable. Ce modèle de gestion a d'ailleurs été proposé par des organisations internationales telles que l'OMC ou encore Banque africaine de développement.

Les autorités publiques ont réagi aux recommandations de l'OMC par des réformes qui se sont traduites principalement par la promulgation de la loi de l'eau de 2005, ainsi que le plan directeur de 2007¹⁰.

Nous allons exposer à travers ce chapitre les obstacles qui empêchent le secteur hydraulique en Algérie de réaliser une gestion durable des ressources, l'évaluation des performances achevées par le secteur grâce aux réformes adoptées, et les perspectives du secteur.

Ce chapitre s'articule en quatre sections dont la première expose le contexte hydrographique du secteur hydraulique en Algérie, la deuxième présente le contexte institutionnel, par la suite nous exposons au niveau de la troisième section les recommandations adressées par les organismes internationaux au gouvernement algérien pour corriger les défaillances du secteur hydraulique, et à la fin la quatrième section présente les réformes mises en place par le secteur hydraulique algérien et une évaluation brève de son efficacité .

¹⁰Ahmed Kettab et al., « De l'Eau pour un Développement Durable : Enjeux et Stratégies », vol. 21, n° 2, 2008, p. 247-256.

1. LE CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

1.1. Un déséquilibre territorial :

L'Algérie se caractérise par une diversité physiographique. En effet, car elle se constitue de trois principaux ensembles géographiques : le Tell qui s'étend sur plus de 1200 km de linéaire côtier méditerranéen, les hauts plateaux et le domaine Saharien qui s'étale sur 2000 km du continent africain. Ces différents ensembles représentent respectivement 4%, 9%, 87% du territoire national.

La répartition de la population sur ces régions n'est pas proportionnelle à leurs superficies : seulement 9% de la population occupe le sud (87% du territoire national) alors que 63 % se concentrent dans le Nord tellien malgré sa petite superficie. Cela est dû à l'attraction que présente cette région pour les migrants internes. Ce phénomène de littoralisation induit une forte pression sur les ressources en eau.

1.2. Ressources irrégulières et très inégalement réparties :

Des ressources inégalement réparties sur le territoire Algérien¹¹ :

En Algérie, Les ressources en eau sont estimées en moyenne à 12,4 Milliards de m³/an. Elles peuvent être distinguées en deux catégories :

- **Les ressources conventionnelles** : sont constituées des ressources souterraines ainsi que des ressources superficielles. Les premières se composent des nappes du Nord et des nappes du Sahara. Les nappes du Nord sont renouvelables car alimentées essentiellement par les précipitations. On les estime à près de 2 Milliards de m³/an, dont 1 467 m³/an sont prélevées et mobilisées. Alors que les nappes du Sahara sont non renouvelables, elles sont estimées à 5 milliards de m³/an. L'exploitation de cette dernière atteint 1 Mrds et 685 mls de m³ par foggaras.¹² Les ressources superficielles sont quant à elles estimées à 10,2 Milliard de M³, dont 10 Milliard situées au nord.
- **Les ressources non conventionnelles** sont celles qui nécessitent un traitement supplémentaires pour obtenir une eau de bonne qualité. Les exemples les plus notoires sont le dessalement de l'eau de mer, la réutilisation des eaux usées épurées et la déminéralisation des eaux saumâtres. En ce qui concerne le dessalement d'eau de mer,

¹¹SEMIDE, Novembre 2005, P 16. Approvisionnement en eau et assainissement au niveau local.

¹² Type antique de système d'alimentation en eau développé et utilisé toujours dans des régions arides du monde.

actuellement, on produit en Algérie un volume d'eau de 111,45 millions de m³/an, essentiellement par les grandes stations (**voir annexe A**). Pour ce qui est du retraitement des eaux usées, l'Algérie compte 128 stations d'épuration d'une capacité de 600 Millions M3 /an. (**Voir Annexe A : les grandes stations de dessalements en Algérie**).

- **les ressources irrégulières** : le climat méditerranéen est caractérisé par une grande irrégularité spatiale et temporelle des précipitations. Cela se traduit par de longues périodes de sécheresse, l'été étant très sec. Durant les autres saisons, les précipitations sont assez irrégulières en fréquence, mais également en intensité. L'Aggravation de l'aridité résulte en une réduction des nappes aquifères dont le renouvellement se trouve ralenti, mais également en une diminution des apports au niveau des barrages. L'Algérie connaît une baisse tendancielle des potentialités en eau superficielle dans le nord tellien. En effet, elles sont passées de 13,5 Milliards de m³/an à la fin des années 70 à 12 Milliards de m³/an dans les années 80, pour qu'elles atteignent 10 Milliards de m³/an dans les années 2000. Il devient donc de plus en plus difficile de répondre aux besoins de la population du nord et les hauts plateaux. Par conséquent, il devient avantageux de recourir à d'autres sources renouvelables non conventionnelles comme le dessalement de l'eau de mer l'épuration des eaux usées pour l'irrigation ou encore la déminéralisation des eaux saumâtres¹³.

1.3. Des ressources surexploitées et polluées :

La surexploitation locale des nappes phréatiques et la pollution, en particulier la pollution industrielle, accélèrent la réduction des ressources utilisables de manière directe ou indirecte. En Algérie, sous l'effet de la forte croissance démographique, la demande globale¹⁴ a été multipliée par quatre en quarante ans. Par conséquent, cette demande globale dépasse actuellement la moitié des ressources naturelles mobilisables. De plus, à ce rythme d'exploitation, le niveau limite des ressources¹⁵ renouvelables peut être atteint avant le milieu du siècle comme cela s'est passé dans plusieurs pays de la rive Sud de la Méditerranée. Par ailleurs, la non protection des bassins versants à l'amont des barrages, provoque l'envasement de leurs retenues, ce qui réduit d'une manière remarquable leur capacité de stockage.

¹³MRE / SOGREA-ICEA – 16241/PGN/0- 35 0039.0 – Juin 2003.

¹⁴Prélèvements d'eau destinée à satisfaire la totalité de la population, y compris l'ensemble des activités socioéconomiques (agriculture, industries et autres usages...).

¹⁵ Le seuil de stress hydrique (des disponibilités inférieures à 1500m³/an/hab) et seuil de pénurie chronique(des disponibilités inférieures à 1000m³/an/hab).

2. LE CONTEXTE INSTITUTIONNEL

2.1. Une gestion centralisée

Depuis 1970, le secteur de l'eau a connu plusieurs périodes de centralisation et de décentralisation. En effet, c'est à cette période que la gestion du secteur de l'eau fut confiée à la SONADE qui a gardé le monopole pour une importante période.

L'année 1987 marque le début d'une période de décentralisation. La gestion du secteur de l'eau fut partagée entre neuf établissements publics de taille nationale (Dépendants de l'Etat central) et vingt-six établissements de taille régionale (Wilaya). Cependant, l'administration centrale ou territoriale conservant le pouvoir de décision, ces établissements régionaux ont dû assumer leur responsabilité sans aucune autonomie de décision ni prérogatives réelles.

En 1996, des agences régionales Agences de Bassin Hydrographique (ABH), ont constituées pour promouvoir une gestion intégrée de l'eau par bassin. Leurs missions principales portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau. Ces ABH se sont révélées être un instrument essentiel pour la mise en œuvre d'une gestion intégrée, décentralisée et concertée des ressources en eau.

A partir de 1999, l'organisation de la gestion de l'eau en Algérie est placée sous la tutelle directe du ministère des Ressources en Eau (MRE), marquant ainsi un retour vers un système centralisé. Au niveau communal, la responsabilité de l'alimentation en eau potable et l'assainissement des eaux usées est assurée par les municipalités qui peuvent utiliser leurs propres moyens humains, les confier à des régies ou les déléguer à des établissements publics régionaux.

Dans cette nouvelle organisation, le Ministère des Ressources en Eau exerce ses prérogatives au niveau local à travers sa Direction de l'Hydraulique au sein des wilayas. Cette direction veille à la bonne conduite des projets locaux et de manière plus générale à la bonne gestion du domaine hydraulique. Elle propose également une assistance technique aux communes.

Depuis 2001, la gestion du secteur s'est d'avantage centralisée. En effet, le décret exécutif n°01-101 du 21 avril 2001 a modifié la situation antérieure en confiant la gestion des

services de l'eau de toutes les communes du pays à l'Algérienne des Eaux (ADE) placée directement sous tutelle directe du MRE. Parallèlement, les missions d'assainissement ont été assignées à l'Office National de l'Assainissement (ONA).

2.2. Une gestion défaillante

La gestion du secteur de l'eau en Algérie souffre de trois types de défaillance : une défaillance opérationnelle, une défaillance budgétaire et enfin une défaillance en termes de dotation. La défaillance opérationnelle fait référence aux pertes¹⁶ sur le réseau de distribution d'eau urbaine et d'eau et d'irrigation qui s'élèvent à environ 50% de la consommation. Ce problème est la conséquence directe de la faiblesse des financements consacrés à l'entretien et à la maintenance des installations. Le second type de défaillance fait référence à l'inefficience de la tarification. En effet, les tarifs administrés sont souvent inférieurs aux coûts ce qui oblige généralement les pouvoirs publics à subventionner l'essentiel des coûts d'installation et des déficits d'exploitation. Et enfin, L'Algérie souffre de faibles dotations en eau. Elle est classée à la 16ème place des pays manquants les plus d'eau (CNES, 2000). En effet, avec une disponibilité inférieure à 500 m³/an/hab, le pays est situé sous les seuils théoriques¹⁷ de rareté fixé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) .

2.3. Les recommandations internationales : Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)

L'Organisation internationale des Nations Unies vise à promouvoir le progrès social, à instaurer de meilleures conditions de vie et à accroître le respect des droits fondamentaux de l'homme dans les pays membres. A cet effet, en l'an 2000, 193 des États membres de l'ONU et pas moins de 23 organisations internationales ont fixé huit objectifs millénaires pour le développement en se fixant 2015 pour horizon de réalisation¹⁸.

Ces objectifs concernent de grandes questions humanitaires (humanistes) telles que l'illustrent les six premiers objectifs : la réduction de l'extrême pauvreté, la réduction de la mortalité infantile, la lutte contre plusieurs épidémies dont le SIDA, l'accès à l'éducation, l'égalité des sexes, et l'engagement pour le développement durable.

¹⁶Article de Maya Khelladi, Economiste de l'eau. « le secteur de l'eau en Algérie : le programme d'assistance technique remboursable » Janvier 2008.

¹⁷Le seuil de stress hydrique (des disponibilités inférieures à 1500m³/an/hab) et seuil de pénurie coranique (des disponibilités inférieures à 1000 m³/an/hab).

¹⁸<http://www.un.org/fr/aboutun/index.shtml>.

Le septième objectif, quant à lui, vise à assurer un environnement durable. A cet égard, il cible quatre sous-objectifs dont les deux plus importantes sont l'intégration des principes du développement durable dans les politiques et les programmes nationaux et la réduction de la déperdition des ressources naturelles et la réduction de moitié du pourcentage de la population n'ayant pas accès de façon durable à l'eau potable et aux services d'assainissement de base.

Ainsi, la Banque mondiale agit afin d'assurer un approvisionnement durable en eau pour tous. Dans le cadre du changement climatique, son action tourne autour de deux axes fondamentaux : Le développement des infrastructures d'accès à l'eau et la gestion intégrée des ressources en eau. Cette approche prend en compte des objectifs sociaux, économiques et environnementaux interdépendants, au lieu des approches sectorielles ou sous-sectorielles. En effet, elle constitue la clé de voute pour une gestion durable de cet élément vital.

On peut définir la politique de gestion intégrée comme une approche globale dans la gestion des ressources en eau qui la considère comme une ressource unique ayant des utilisations concurrentes et des interactions avec les systèmes écologiques, sociaux et économiques. Elle vise essentiellement à promouvoir un développement efficace, équitable et durable. Afin d'atteindre ce but, certaines stratégies ont été élaborées.

Les stratégies techniques se présentent sous trois aspects¹⁹ :

- L'adoption de technologies efficaces afin d'améliorer la surveillance et la détection des fuites sur les réseaux d'adduction d'eau.
- L'adoption de technologies propres pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau ainsi que du recyclage.
- L'étude des options de réhabilitation, lors de l'évaluation des projets, afin d'éviter d'engager de nouveaux investissements coûteux.

Les stratégies institutionnelles qui peuvent être de quatre types²⁰ :

1. Les politiques nationales qui servent de cadre à la législation, à la planification stratégique et à la conduite des opérations.
2. La mise à jour des politiques nationales de l'eau fondées sur la gestion intégrée qui doivent figurer en bonne place dans le programme de chaque gouvernement.

¹⁹Banque Africaine de développement Fonds africains de développement. (2000) : « Politique de gestion intégrée des ressources en eau », P. 28.

²⁰Banque Africaine de développement Fonds africains de développement. (2000) : « Politique de gestion intégrée des ressources en eau », P. 27.

3. Procurer un environnement propice partenariat efficace entre entreprises publiques et privées dans le secteur de l'eau, car c'est utile de partager les expériences et les meilleures pratiques entre les pays.
4. Il est nécessaire de trouver des mesures institutionnelles de nature à assurer l'autonomie (*un principe essentiel de la restructuration des services publics est d'en faire des entités financièrement autonomes ayant effectivement le pouvoir de fixer et de recouvrer les redevances, et libres dans leur gestion*).et la responsabilisation.

La décentralisation de la gestion de l'eau se fait par la répartition des responsabilités de prise de décisions et des opérations aux organismes publics restructurés, à des organismes privés ou à des associations d'utilisateurs qui remplissent des conditions fixées par les gouvernements.

Les stratégies économiques²¹ :

Une bonne tarification constitue la clef de voûte d'une gestion plus rationnelle des ressources en eau²².

Selon la politique de gestion intégrée, le processus de fixation des redevances et leurs structures est déterminé par des considérations d'ordre social, environnemental, économique et financier. (**Voir Annexe B : la tarification de l'eau dans le cadre de la politique de la gestion intégrée**)

Environnementales²³ :

L'eau est considérée comme un bien environnemental nécessaire pour toutes les composantes de l'écosystème.

L'installation d'un système amélioré d'épuration des eaux usées, pour l'intérêt sanitaire et environnemental vu le coût de son investissement relativement faible par rapport à celui de l'alimentation, et la réutilisation de ces eaux pour des besoins industriels ou d'irrigation.

²¹Banque Africaine de développement Fonds africains de développement. (2000) : « Politique de gestion intégrée des ressources en eau », P. 36

²²Boukhari et al. (2008).

²³Banque Africaine de développement Fonds africains de développement (2000) : « Politique de gestion intégrée des ressources en eau »,P. 43.

3. LES RÉFORMES DU SECTEUR HYDRAULIQUE EN ALGÉRIE

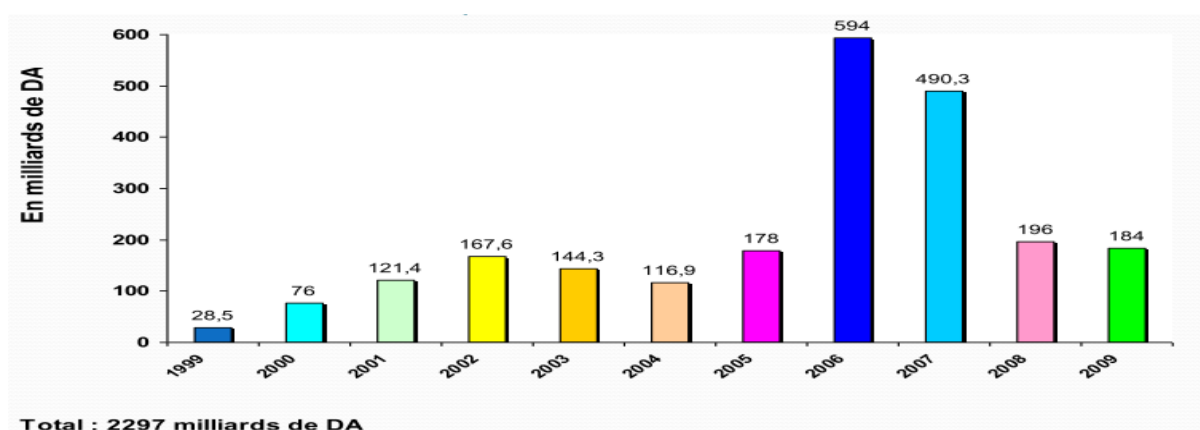
Suite aux recommandations des institutions internationales, les autorités publiques algériennes ont réagi par l'adoption, en 2000, d'un programme de réformes et d'actions visant le développement du secteur de l'eau. Ces réformes se résument en deux axes stratégiques que nous développons ci-dessous:

- Le développement de l'infrastructure d'accès à l'eau dans le cadre des programmes nationaux de relance à la croissance économique.
- La mise en œuvre des réformes institutionnelles dans le cadre de la démarche nationale de renforcement de la gouvernance.

3.1. Le développement des infrastructures

Les grands projets mis en œuvre visent principalement à atteindre deux objectifs. Le premier objectif consiste à garantir et améliorer la qualité des services de distribution de l'eau potable et d'assainissement à travers l'intensification de la mobilisation des ressources conventionnelles et non conventionnelles, et la réhabilitation des réseaux. Le second objectif consiste à soutenir la stratégie de sécurité alimentaire avec l'élargissement des surfaces irriguées.

Figure n° 1 : L'évolution des investissements publics destinés au secteur hydraulique en Algérie



Source: ONS, MRE/AEP

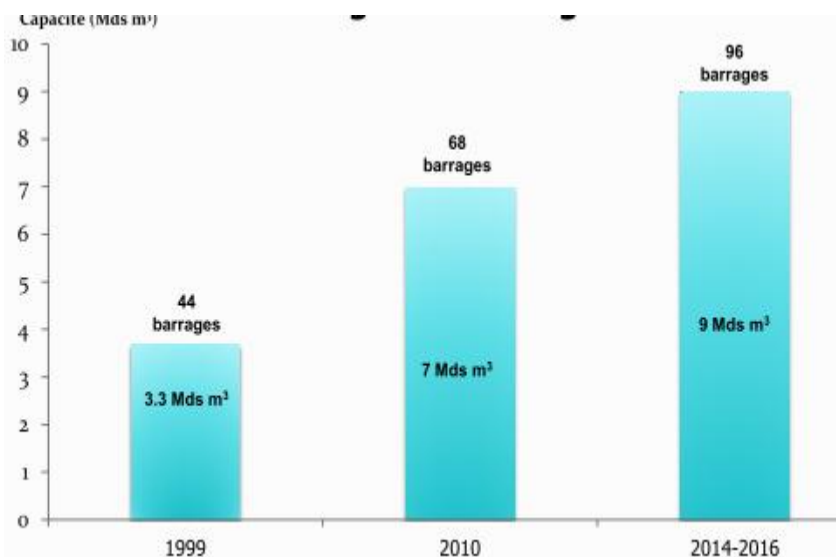
Comme le montre le graphe ci-dessus, les investissements dans le secteur de l'eau ont doublés de 1999 à 2006 (de 1,3% à 2,6% du PIB). Environ les deux tiers de ces nouveaux investissements ont été consacrés aux grandes infrastructures de mobilisation et aux

ouvrages d'adduction et de transfert. Le développement infrastructurel a été soutenu par un important volume d'investissements publics totalisant près de 2300 milliards de DA, soit 23 milliards €.

- **Les investissements dans l'alimentation en eau potable :**

Des actions de réhabilitation et d'extension des réseaux ont été mise en place vue d'améliorer le rendement physique des infrastructures relatives à l'alimentation en eau potable. Par ailleurs, des réformes ont été menées afin de renforcer les capacités de gestion du secteur dans les domaines de la détection et de la réparation des fuites, celui du contrôle de la qualité de l'eau, et enfin dans le domaine commerciale, notamment dans la gestion des abonnés et de la facturation et du recouvrement. Ces actions de réhabilitation ont dans un premier temps consistées en des actions d'ingénierie et d'appui à la gestion au niveau de 44 villes avant d'achever progressivement ces études dans un second temps. En plus des actions de réhabilitation, le secteur s'est lancé dans la construction de nombreux barrages. Comme le montre le graphe ci-dessous, leur nombre devrait plus que doublé entre 1999 et 2016 en passant de 44 en 96 barrages²⁴

Figure n° 2 : L'évolution du nombre de barrage



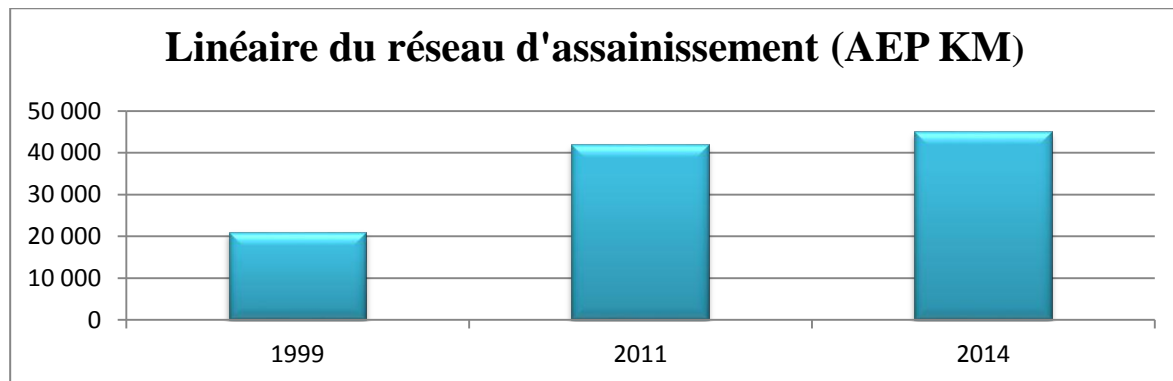
Source : MRE, Stratégie et indicateurs de l'eau en Algérie, 2011

²⁴MOUSTOURI Abdelatif, sous directeur: direction de l'alimentation en eau potable Alger, « Stratégie et Indicateurs du Secteur de l'Eau en Algérie », le Caire 21-22 Nov. 2011;

- **Les investissements dans le domaine de l'assainissement:**

En matière de réhabilitation des réseaux d'assainissement, le programme d'études mis en œuvre a porté sur 24 villes. Comme le montre le graphe ci-dessous, d'importants investissements ont été consentis en Algérie dans le domaine de l'assainissement des eaux puisque le linéaire du réseau a doublé entre 1999 et 2011.

Figure n° 3 : L'évolution du linéaire du réseau d'AEP



Source :MRE

- **Les investissements dans les systèmes d'irrigation:**

Un autre domaine dans lequel le secteur a consenti d'importants investissements est celui de l'irrigation. En effet, les actions de développement mises en œuvre dans ce secteur ont permis d'élargir sensiblement le patrimoine infrastructurel de l'irrigation. Pour la petite et moyenne irrigation, le secteur a entrepris la réalisation de 103 retenues collinaires d'une capacité de 18 millions de m³ permettant d'irriguer une superficie de 3500 ha et la réalisation de 60 petits barrages d'une capacité de 50 millions de m³ permettant d'irriguer une superficie de 10 000 ha. Pour les grands périmètres d'irrigation, les investissements ont permis l'achèvement des travaux d'équipement sur 95000 ha, dont 26000 ha en réhabilitation.

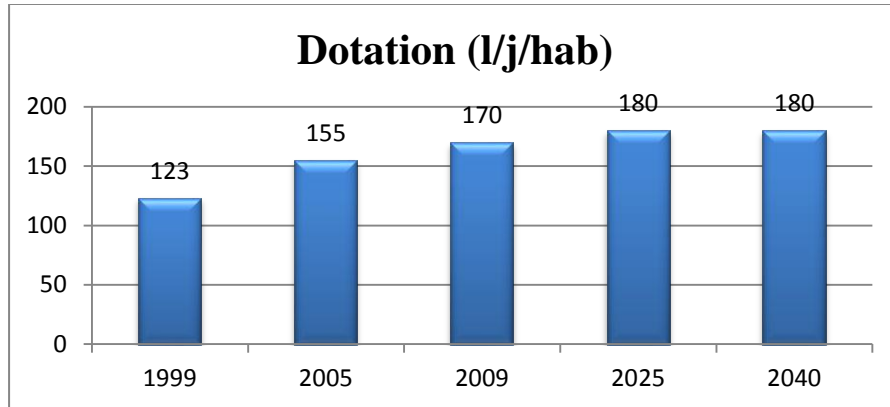
3.2. L'impact du développement d'infrastructures sur le secteur

- **Impact positif (l'amélioration des taux de raccordement):**

Comme le montre les graphes ci-dessous, les réformes mises en œuvre et les investissements consentis dans le secteur ont permis d'améliorer significativement les taux de raccordement aux réseaux d'eau potable et d'assainissement. La quantité d'eau mise à disposition de chaque habitant par jour, ce qu'on appelle les dotations, ont également augmenté fortement entre 1999 et 2009. Cela dénote d'une nette amélioration de l'approvisionnement en eau des

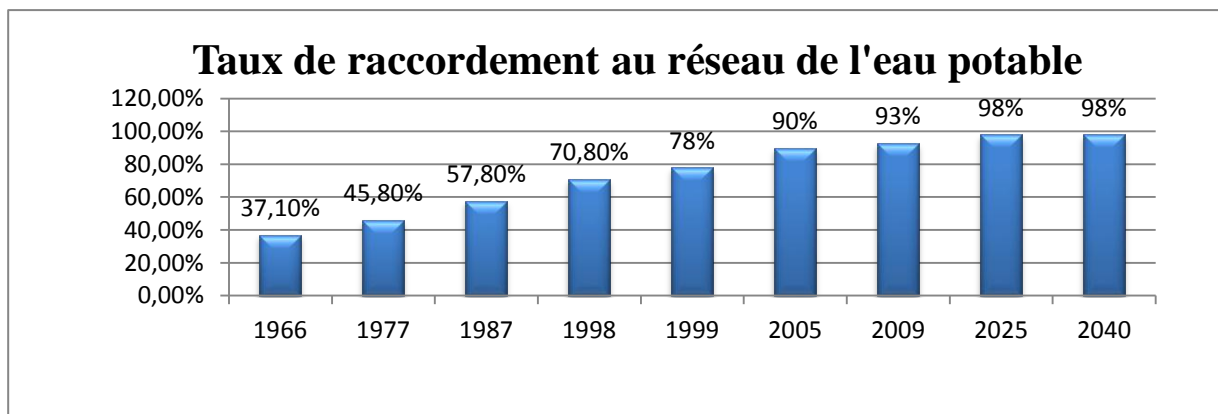
citoyens. En effet, 93% ²⁵de la population est raccordée à un réseau d'eau et 86% à un réseau d'assainissement. Ces progrès ne constituent qu'une des cibles du septième objectif millénaire.

Figure n° 4 :L'évolution des dotations journalières



Source : MRE

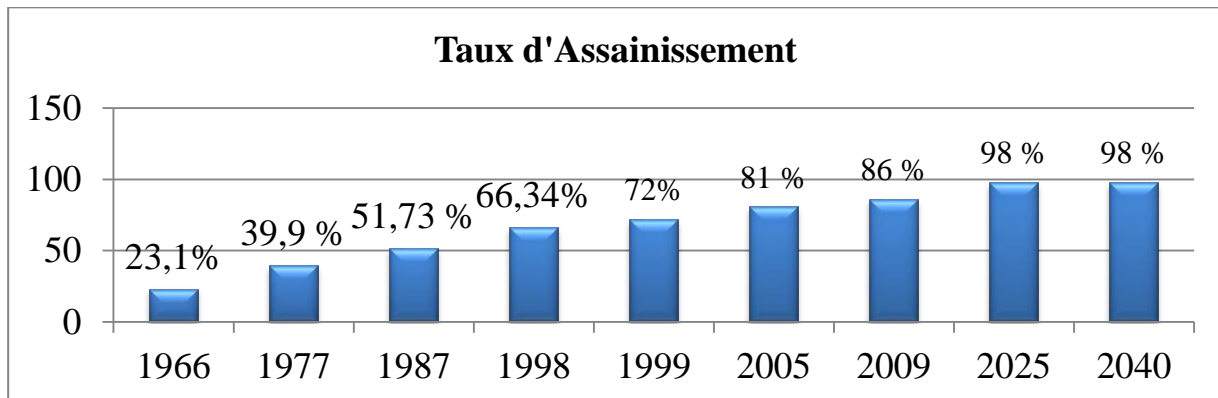
Figure n° 5 : L'évolution des tau de raccordement au réseau d'AEP



Source :MRE

²⁵MOUSTOURI Abdelatif, sous directeur: direction de l'alimentation en eau potable Alger, « Stratégie et Indicateurs du Secteur de l'Eau en Algérie », le Caire 21-22 Nov. 2011;

Figure n° 6 : L'évolution des taux de raccordement au réseau d'assainissement



Source : MRE, Stratégie et indicateurs de l'eau en Algérie, 2011

- Impact négatif (une gestion axée sur l'offre) :

Malgré les progrès réalisés dans ce secteur en termes de taux de raccordement au réseau de distribution de l'eau potable et d'un service d'assainissement, la politique actuelle de l'eau n'intègre pas les principes du développement durable qui visent à la préservation des ressources désignés par l'ONU dans le cadre du septième objectif millénaire. En effet, si la préoccupation majeure est d'assurer à tous l'accès à l'eau, il est également indispensable d'assurer un approvisionnement durable.

En Algérie, l'évolution considérable de la demande en eau est principalement causée par l'accroissement rapide de la population, à l'exode rural et à l'amélioration des niveaux de vie. Cette évolution a poussé le pays à accroître les capacités de stockage des eaux de surface, à augmenter l'exploitation des nappes souterraines disponibles et à réaliser des adductions et des transferts d'eau qui s'étendent des distances de plus en plus importantes et des volumes de plus en plus grands. Par conséquent, les dépenses publiques consacrées au secteur de l'eau ont fortement augmenté depuis le début des années 2000. Les autorisations budgétaires d'investissements dans le secteur de l'eau incluant l'hydraulique agricole - ont doublé pour passer de 1,3% du PIB en 1999 à 2,6% en 2006.

La politique algérienne de gestion de l'eau est, comme nous l'avons vu, davantage axée sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources déjà disponibles. Agir uniquement sur l'offre est cependant une politique insuffisante. En effet, elle incite les consommateurs à une utilisation irrationnelle des ressources en eau. Cette politique de l'offre n'est efficace qu'à partir du moment où elle est associée à une politique de gestion par la demande.

3.3. Les réformes institutionnelles

A partir de l'année 2000, afin d'assurer une bonne gouvernance du secteur de l'eau et adopter une gestion intégrée et concertée des ressources en eau, des réformes institutionnelles ont été mise en œuvre par le secteur de l'eau en Algérie. Même si, à moyen terme, la demande en eau est satisfaite, la mise en place d'une politique de gestion de la demande est nécessaire. A cet effet, « La loi sur l'eau du décret n 05-13 de Janvier 2005 » à été promulguée et un plan national de l'eau à été adopté en 2007.

3.3.1. La Création d'établissements publics à caractère commercial et industriel à compétence nationale :

Ces établissements publics ont été créés afin de garantir l'unicité de la gestion du cycle de l'eau. Ainsi ils constituent une force d'appui pour le Ministère des Ressources en Eau dans les domaines de maîtrise d'ouvrage (barrages, transferts, irrigation), l'installation des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, ainsi que leur exploitation. Ces établissements sont au nombre de cinq :

- **ANRH** : chargées des études et de l'évaluation des ressources hydrauliques;
- **ANBT** : chargées de la mobilisation des eaux et de leurs transferts;
- **ADE** : chargée de l'alimentation en eau potable urbaine;
- **ONA** : chargée de l'assainissement urbain;
- **ONI** : de la gestion des périmètres d'irrigations.

3.3.2. La promulgation de la loi relative à l'eau afin d'asseoir un cadre juridique dynamique de gestion de l'eau :

« La loi sur l'eau du décret n 05-13 du Janvier 2005 » visant une gestion intégrée et concertée des ressources en eau selon les principes du développement durable est actuellement mise en œuvre. Elle a pour objectifs²⁶ l'utilisation rationnelle et planifiée des eaux pour la satisfaction des besoins des populations et de l'économie nationale, et la protection des eaux contre la pollution, le gaspillage et la surexploitation.

Pour mieux insiste sur cette nouvelle orientation politique, la **Loi sur l'eau du 4 août 2005** revient sur ces principes en mentionnant explicitement la nécessité et l'obligation d'une

²⁶« Loi n°05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau », *Journal officiel n°60 en date du 4 septembre 2005.*

gestion économe des ressources en eau et de la lutte contre les pertes et les gaspillages (article 3).

Selon la loi²⁷, ces objectifs pourront être réalisés à travers la tarification, la concession ou la délégation de service public, la création d'un conseil consultatif et d'une autorité de régulation ;

- *L'établissement de règles régissant les systèmes de tarification de l'eau aux usages :*

Selon l'Article 138 « *Les systèmes de tarification des services de l'eau sont basés sur les principes d'équilibre financier, de solidarité sociale, d'incitation à l'économie d'eau et de protection de la qualité des ressources en eau* ».

Selon l'Article 140« *Dans le cas où l'application d'obligations incidentes conduit à des tarifs ne correspondant pas au coût réel justifié par le concessionnaire ou le délégataire, il pourra lui être attribué une dotation financière compensatoire équivalente aux charges additionnelles subies à ce titre*».

Selon l'Article 142« *Les tarifs des services de l'eau peuvent faire l'objet de révision si l'évolution des conditions économiques générales l'exige* ».

La tarification du service public d'alimentation en eau potable est fondée sur le principe de progressivité des tarifs selon les catégories d'usagers et les tranches de consommation. Cela permet d'une part d'assurer aux usagers domestiques la fourniture de volumes d'eau suffisants pour la satisfaction des besoins vitaux grâce à l'adoption d'un tarif social, et d'autre part, de réguler la demande correspondant aux consommations élevées. L'application de ce principe se traduit par l'établissement, pour chaque zone tarifaire, de barèmes progressifs par catégories de consommateurs.

- *La possibilité de concession ou de délégation du service public de l'eau à des personnes morales de droit public ou privée précisant les conditions juridiques et réglementaires.*
- *La création d'un Conseil Consultatif des Ressources en Eau le cadre du plan de concertation entre les acteurs du secteur.*

Cet organe est chargé d'examiner les options stratégiques et les instruments de mise en œuvre du plan national de l'eau ainsi que toutes les questions relatives à l'eau.

- *La création d'une Autorité de Régulation des Services de l'Eau :*

²⁷« Loi n°05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau », *Journal officiel* n°60 en date du 4 septembre 2005.

L'autorité de régulation des services de l'eau est une autorité administrative autonome, créée en 2008, chargée de veiller au bon fonctionnement de ces services en mettant en priorité les intérêts des usagers. Cela est assuré, par le contrôle du respect des principes régissant les systèmes tarifaires, l'évaluation de la qualité du service fournis par les concessionnaires, les délégataires aux usagers, et la contribution à la mise en œuvre des opérations de délégation de la gestion du service public d'eau.

3.3.3. L'adoption du Plan National de l'Eau dans le cadre du Schéma National d'Aménagement du Territoire :

En 2008, le Schéma Directeur des Ressources en Eau a été adopté pour les vingt années à venir. Son plan d'action vise trois objectifs :

- Protéger et valoriser la ressource en eau afin d'en assurer la pérennité ;
- Aménager le territoire en intégrant des usages de l'eau compatibles avec la préservation et le renouvellement de la ressource
- Satisfaire les besoins en eau pour les 20 ans à venir.

Selon ce Plan d'Action, il est nécessaire d'adopter deux types de stratégies. Les premières consistent à assurer une économie de l'eau permettant la modération de la demande en soutenant des usages plus durables de l'eau. Et les secondes consistent à assurer l'équité de répartition des ressources en eau entre les différents types d'usagers, ainsi que ses répartitions équitable entre les espaces et en faire un facteur de rééquilibrage territorial.

Pour la mise en œuvre de ce plan d'action, l'état algérien s'est engagé à suivre la démarche suivante :

- *La mise en place des transferts d'eau interterritoriaux, afin d'atteindre une équité territoriale en terme de ressources :*

De grands transferts d'eau ont été effectués pour réaliser le rééquilibrage territorial au profit de la région des Hauts Plateaux et du Sud du pays. **(Voir Annexe C :les grands transferts d'eau en Algérie).**

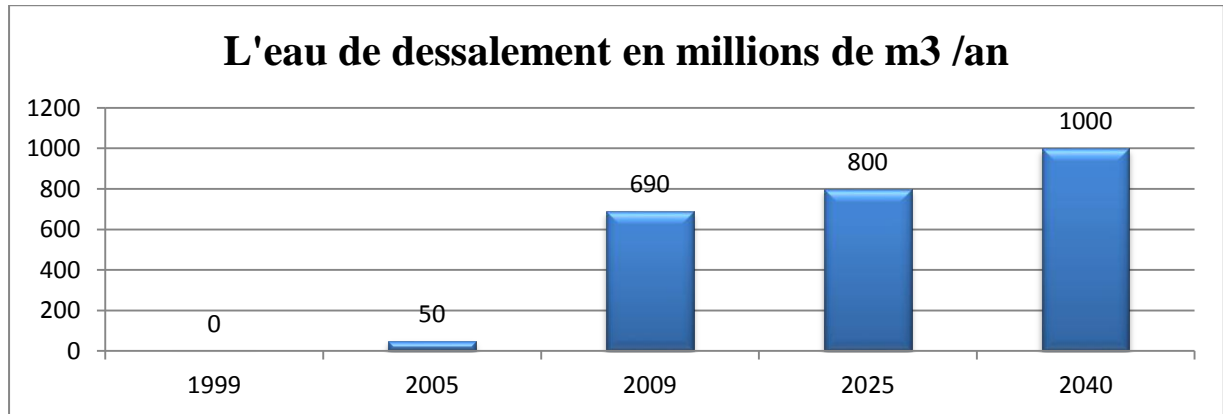
- *Le développement des ressources alternatives en eau (dessalement et retraitement des eaux usées)²⁸ :*

Le dessalement de l'eau de mer :le plan quinquennal 2009-2014 défini comme une priorité la réalisation de stations de dessalement pour sécuriser l'alimentation en eau potable des zones côtières qui ont connu des pénuries successives, ainsi que pour maintenir l'activité des

²⁸ MRE. «Etude Générale sur le Dessalement de l'Eau de Mer», 2003, P. .37.

grandes zones agricoles. Le développement de ce type de ressource est également motivé par le fait qu'elle permet, notamment, de réduire la pression sur les ressources conventionnelles :

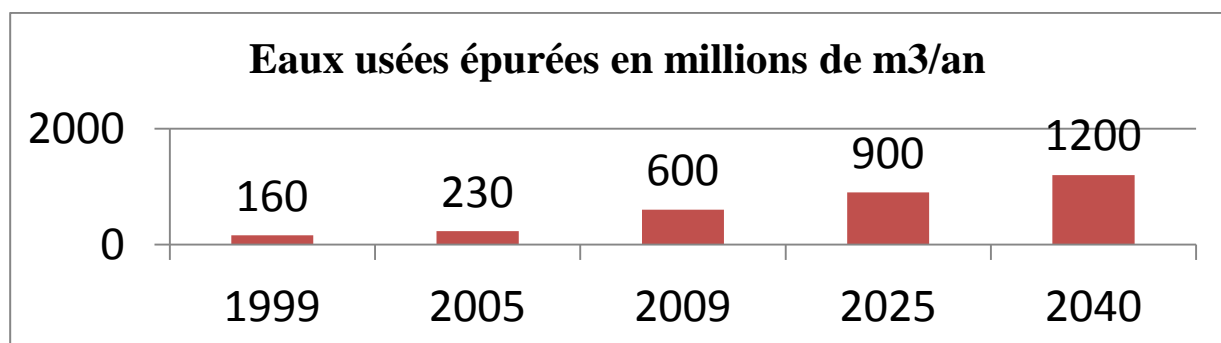
Figure n° 7 :L'évolution de l'eau de dessalement



Source : MRE, Stratégie et indicateurs de l'eau en Algérie,2011

La réutilisation des eaux usées : le recours à cette solution moins couteuse en énergie que le dessalement. Elle présente un double intérêt : celui de protéger l'environnement et celui d'exploiter une ressource supplémentaire d'eau. En Algérie, la quantité annuelle d'eau usées rejetée est de 750 Hm3. Récupérer 40% de ces rejets équivaldrait à produire l'équivalent de six barrages d'une capacité de 60 Hm3. Toutes ces eaux usées ont vocation à être systématiquement réutilisées dans l'agriculture avec pour objectif à long terme l'irrigation de plus de 100 000 ha.

Figure n° 8 : L'évolution des eaux usées



Source : MRE, Stratégie et indicateurs de l'eau en Algérie,2011

3.4. L'impact des réformes institutionnelles sur le secteur

3.4.1. Une gestion de l'eau centralisée :

Les principes de gestion décentralisée et de concertation que prévoit la loi relative à l'eau ne se traduisent pas encore clairement dans l'organisation, et encore moins dans le fonctionnement, du secteur de l'eau. En effet, celui-ci demeure marqué par une forte centralisation. Comme le prévoit la Loi sur l'eau les relations de concertation et de coordination avec les autres administrations, les différents secteurs économiques et, plus globalement, tous les utilisateurs, doivent s'organiser et se développer au sein du Conseil national consultatif des ressources en eau. Mais cette instance n'est, en réalité, pas fonctionnelle. Le Conseil national consultatif des ressources n'est pas le seul organe qui reste atrophie. L'Autorité de régulation pareillement n'est, jusqu'à nos jours, pas opérationnelle.

3.4.2. Une participation limitée du secteur privé :

En 2006, un contrat a été conclu entre l'entreprise Suez Environnement et la Société publique SEEAL qui est une filiale commune de l'ADE et de l'ONA. Grâce à ce partenariat le taux de perte au niveau des canalisations de l'eau potable au niveau de la Wilaya d'Alger est passé de 40% à 25% dans cinq ans²⁹.

Trois autres opérations de partenariat public-privé ont suivi en 2007 et 2009 : Oran avec la société Agbar de Barcelone, Annaba avec la société allemande Gesselwasser et Constantine avec la Société des Eaux de Marseille.

3.4.3. Une gestion encore axée sur l'offre :

- **Transferts et dessalement des ressources « énergivore » :**

Les transfères d'eau ainsi que le dessalement de l'eau de mer, constituent les fondements de base sur lesquels s'appuie la nouvelle politique de l'eau en Algérie, ces techniques permettent de résoudre les problèmes de pénuries, mais elles nécessitent des grands projets d'infrastructures exigeant des moyens financiers importantes des capacités de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre puissantes, ainsi que la forte consommation d'énergie.

²⁰Benblidia, M. Thivet, G. (2010) : « Gestion des ressources en eau : les limites d'une pratique de l'offre », *Les notes d'analyse du CIHEAM*, N58.P. 5.

- **La réutilisation des eaux usées, un potentiel non encore exploité :**

La réutilisation des eaux usées épurées se révèle néanmoins une solution moins coûteuse en énergie que le dessalement et plus convenables pour la préservation de la ressource. Si les réalisations concrètes restent actuellement très anecdotiques, les autorités nationales visent une production de 900 millions de m³ d'eaux épurées/jour à l'horizon 2025, dont 65% destinés à l'irrigation.

3.4.4. Des performances encore faibles du service d'alimentation en eau potable et d'assainissement :

- **Une eau largement subventionnée par l'état :** la tarification actuelle repose sur la solidarité sociale, environnement et équilibre financier à travers la tarification progressive , mais encore le taux de recouvrement des couts n'a atteint que 70% des couts réels.
- **Les taux de pertes sont encore importants**, atteignant dans certains cas 50%. Une partie seulement de l'eau potable produite est réellement distribuée aux usagers en raison des fuites dans les réseaux Cette situation est causée principalement par l'état défectueux des réseaux et par une exploitation technique et commerciale mal maîtrisée.

CONCLUSION

Les réformes adoptées par les responsables du secteur ont permis une amélioration remarquable depuis l'indépendance en termes de taux de raccordement au réseau de distribution d'eau potable et d'assainissement. Cependant, afin que ces réformes ne restent pas simplement formelles permettent d'améliorer le niveau de qualité et d'efficacité des services d'eau, la concertation entre les différents acteurs du secteur est indispensable. Il est par ailleurs particulièrement important d'intégrer les consommateurs dans ce processus de concertation sans lequel la loi sur l'eau ne constituerait qu'une recommandation sans mise en œuvre effective.

***CHAPITRE 2 ORGANISATION
ET RÉGLEMENTATION DES
SERVICES PUBLICS D'EAU ET
D'ASSAINISSEMENT***

INTRODUCTION

Une idée assez répandue voudrait que la science économique soit globalement « contre » les services publics et adopte le laisser-faire et le recours au marché. Mais, actuellement l'intervention de l'Etat dans l'économie existe encore. Cela est justifié par la capacité des pouvoirs publics à corriger les différentes défaillances du marché que le marché ne peut pas résoudre, que ce soient du point de vue de l'efficacité économique, ou du point de vue de l'équité et solidarité sociale. La technologie particulière présentée par les économies d'échelle favorise le choix du monopole comme mode d'organisation efficace, mais cette configuration ne permet pas de maximiser le bien être social.

Les instruments à la disposition de l'Etat face à cette situation varient en fonction des objectifs poursuivis, et de l'information disponible. Lorsqu'il est question d'efficacité, il pourra prendre en charge directement, ou déléguer, la production et la distribution de certains biens ; il pourra en encadrer les prix ou imposer certaines taxes spécifiques

Un bien public, dit aussi bien collectif, est un bien qui n'est pas divisible et dont le coût de production ne peuvent être alloués à un individu en particulier, ce qui rend la fixation des prix une tâche difficile, voire impossible.

Cela justifie la prise en charge de la fourniture de ce bien par l'état car si un bien public était fourni par le marché, les consommateurs auraient intérêt à se comporter en « passagers clandestins », c'est-à-dire à participer peu ou pas au financement du bien public tout en bénéficiant pleinement de ses avantages. L'État contourne cette défaillance en amenant les consommateurs à financer les biens publics en payant un impôt obligatoire.

Une autre défaillance de marché consiste en l'incapacité de ce dernier à prendre en compte les **externalités**³⁰. Le marché est incapable de les intégrer dans le système des prix (offre, demande) car elles ont lieu en dehors du cadre de l'échange : en l'absence de réglementation, une industrie polluante ne subit aucune répercussion des dommages qu'elle cause aux autres. Ainsi, l'objectif de l'intervention publique consiste à internaliser ces externalités notamment par l'introduction d'instruments propres à responsabiliser ou à inciter les auteurs des externalités comme les taxes du pollueur payeur, ainsi que les marchés des quotas de pollution comme par exemple les marchés d'émission de CO2.

³⁰ On peut définir **une** externalité comme étant l'action d'un agent qui influence directement l'utilité d'autres agents.

Face à ces deux types de défaillance de marché, les pouvoirs publics se trouvent généralement dans l'obligation de prendre en charge tout un ensemble d'activités comme l'éducation, la protection sociale, mais aussitôt la culture ainsi que d'autres services dont leurs fournitures par le marché n'est pas garantie inefficace. Dans ce cas, le prétexte d'efficacité ne pourrait être invoqué car c'est l'intérêt général, avec ses dimensions d'équité et de solidarité, qui prime sur la notion d'efficacité des marchés.

L'activité de l'Assainissement et de la distribution des Eaux Potables (AEP) est caractérisée par des économies d'échelle (rendement croissant) qui justifient le monopole naturel. Par ailleurs, l'activité se caractérise par d'importantes externalités environnementales, Ces externalités sont de deux ordres. Les unes concernent la santé publique et Les autres relèvent de l'impact de la pose et de l'entretien des infrastructures sur l'environnement.

Ces arguments justifient une présence significative de la puissance publique. En effet, la défaillance des mécanismes de marché qu'elles provoquent nécessitent une régulation économique stricte, notamment en termes de tarification.

De plus, le caractère essentiel de ce bien implique que la distribution d'eau potable est généralement considérée comme un service public, avec les missions qui y sont attachées, telles que les l'équité d'accessibilité, de continuité de service, de qualité,....

Un tel bien indispensable à la survie et rare à la fois ne doit pas être tarifé selon la loi de l'offre et la demande comme les autres biens marchands, mais selon des principes qui assurent une tarification équitable, efficace procurant un revenu adéquat pour la couverture des coûts des fournisseurs et simple pour une meilleure préservation des ressources.

La présence inévitable de la puissance publique dans le fonctionnement 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 en entretenant de divers types de contrats qui doivent assurer un partage optimal du risque entre l'autorité et l'entreprise déléguée.

Dans ce présent chapitre, nous exposons les caractéristiques de l'industrie d'eau potable, en présentant sa structure d'organisation et sa réglementation. À cet objectif, il était indispensable de d'exposer dans la première section les aspects théoriques relatifs au monopole public en général et au secteur d'approvisionnement en eau potable en particulier.

La deuxième section de ce chapitre, expose à travers une revue de littérature une évaluation de l'état actuel de recherche liée à l'influence des structures de tarifs d'eau sur l'utilisation d'eau. Cette revue récapitule aussi les avantages et les limites de structures tarifaires diverses, en donnant des exemples sur les structures tarifaires appliquées dans certains pays.

Ainsi, nous montrons comment mettre en œuvre une tarification pour réaliser des buts de gestion économes de ressource en eau mis en évidence. Et à la fin, nous présentons au niveau de la troisième section les modes de gestion directe et déléguée du domaine d'approvisionnement en eau potable.

1. ASPECTS THEORIQUES RELATIFS AU MONOPOLE PUBLIC

Le modèle de la concurrence pure et parfaite est bâti sur des hypothèses fortes comme la libre entrée et sortie dans ce marché et l'atomicité de l'offre et de la demande qui ne sont pas vérifiées dans la pratique. Le marché concurrentielle constitue la structure la plus favorable à l'intérêt général car les consommateurs sont servi à un prix égal au cout marginal avec des quantités qui maximisent le bien être sociale (optimum de premier rang).

1.1. L'inefficacité du monopole³¹

Plus on s'éloigne de ce modèle de concurrence pure et parfaite pour se rapprocher du modèle du monopole, plus les prix augmentent et les quantités offertes diminuent. En effet, le monopole est, par définition, seul à offrir le bien sur le marché. Il détermine donc le prix auquel il vend sa production de manière à maximiser son profit. On dit que le monopole est un « faiseur de prix » ou « price-maker ».

En effet, la firme en monopole a un pouvoir du marché qui la rend capable de fixer des prix supérieurs au cout marginal et de produire des quantités inférieures à celles correspondant à l'optimum collectif. Par conséquent cette sous-production engendre une réduction du surplus du consommateur et fait subir une « perte sèche » au marché. Cette situation est appelée une **inefficacité allocative car elle exclue une partie des consommateurs du marché.**

L'inefficacité organisationnelle, quant à elle, se manifeste dans la mesure où le monopole n'est pas incité à rechercher en permanence à diminuer ses coûts de production.

Il existe plusieurs situations pouvant résulter dans l'organisation d'un marché en monopole comme par exemple le contrôle d'une ressource rare, le bénéfice d'un brevet ou encore les situations de « monopole naturel » que nous développons plus en détails dans le paragraphe suivant.

1.2. Le monopole naturel

La notion de monopole naturel a évolué d'une époque à une autre:

Ce concept a été décrit pour la première fois au XIXème siècle par John Stuart Mill qui avait constaté qu'il est plus efficace d'approvisionner Londres par une seule compagnie d'eau ou de gaz plutôt que par plusieurs. En 1887, H.C ADAMS précise un peu plus ce concept en définissant les monopoles naturels par la présence de rendements croissants menant vers une concentration accrue du marché ne permettant pas à la concurrence de se développer Il ne constate par ailleurs que le contrôle étatique est nécessaire pour limiter le

³¹ Hal R.VARIAN. (2006) *Introduction à la microéconomie*, De Boek ,6eme édition .P. 464.

pouvoir de ces firmes. T. ELY (1937) élargie la notion de monopole naturel en y intégrant d'autres propriétés tels que la rareté absolue d'un bien, l'existence d'un secret de fabrication, d'un privilège spécial ou d'un brevet garantissant l'exclusivité à son détenteur, ou encore des rendements croissants dus à une structure des coûts de production telle que les coûts fixes sont importants relativement aux coûts variables.

Et enfin, c'est à G. Faulhaber (1973) que l'on doit la définition moderne du monopole naturel. Il introduit, pour une firme mono produit, la notion de *sous-additivité* des coûts de production comme principale critère définissant le monopole naturel : pour tout niveau de production, le coût des facteurs utilisés est minimal lorsque la production est réalisée par une seule entreprise au lieu de deux :

$$C(Q) < C(Q_1)+C(Q_2) \forall Q, \forall Q_1 > 0, Q_2 > 0 \text{ sachant que : } Q_1+Q_2 = Q$$

Les industries de réseau sont généralement caractérisées par d'importants coûts d'infrastructures. L'importance des coûts fixes par rapport au coûts variables permet de dégager des économies d'échelles : c'est à dire de faire baisser le coût moyen en augmentant la quantité produite. Ces industries de réseau ont souvent été considérées comme des monopoles naturels nécessitant l'intervention de l'Etat notamment parce que le coût marginal est inférieur au coût moyen. Cependant ce type de structure ne permet pas d'atteindre l'optimum de Pareto, c'est-à-dire de maximiser le bien être social. Il est aujourd'hui reconnu que seules les activités de réseau telles que le transport et la distribution relève de monopoles naturels comme c'est le cas dans pour la distribution de l'eau potable et l'assainissement.

Le secteur de l'eau est une industrie en réseau dans la mesure où elle nécessite un réseau pour ses infrastructures de collecte des eaux usées, mais également de transport et de distribution de l'eau potable. Elle répond aux caractéristiques du monopole naturel évoqué plus haut. En effet, du fait l'importance et la spécificité de ses infrastructures, il est totalement inefficent et irréaliste de dupliquer les réseaux de canalisations. Par ailleurs, l'importance des coûts fixes induit des économies d'échelle telles que le coût est minimisé lorsque le service n'est assuré que par une seule entreprise. Ces économies d'échelle constituent donc une barrière à l'entrée naturelle. Par conséquent, le monopole est la structure de marché la plus efficiente pour les activités d'assainissement et de distribution de l'eau potable.

De l'amont à l'aval, c'est-à-dire du prélèvement de la ressource dans le milieu naturel jusqu'à sa mise à disposition au niveau du robinet de l'utilisateur, ces deux activités mettent en œuvre toute une série d'opérations dont les principales sont la production et le traitement, le transfert et l'adduction, le stockage de l'eau, la mise en pression et enfin la distribution. Chacune de ces activités nécessite de lourds investissements faisant du secteur de l'eau une industrie fortement capitalistique.

A l'instar d'autres industries en réseau comme l'industrie électrique par exemple, une concurrence pourrait être envisagée au niveau de la production d'eau potable. En effet, on peut supposer que, contrairement aux activités de transport et de distribution, la production et la commercialisation ne bénéficient pas de la sous-additivité des coûts pour justifier l'existence d'une situation de monopole naturel. Ainsi, plusieurs entreprises pourraient produire de l'eau potable qu'elles vendraient à un acheteur unique se chargeant de son transport, de sa distribution et sa commercialisation.

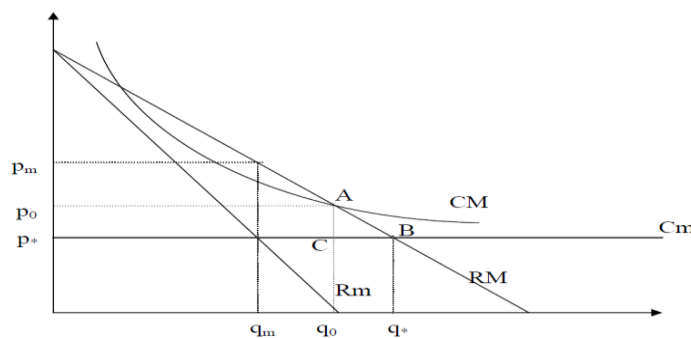
Mais, l'existence de plusieurs producteurs éloignés géographiquement constitue une source d'inefficacités. Effectivement, il est coûteux de transporter l'eau produite sur distance importante entre le lieu d'extraction et sa destination finale (Boyer et Garcia[2002]). La longue distance provoque en plus un risque de dégradation de la qualité de l'eau.

La distribution de l'eau potable et l'assainissement sont deux activités étroitement interdépendantes car la collecte et le traitement des déchets sont aussi, organisés en réseau à l'échelle des collectivités locales.

Cette difficulté liée aux caractéristiques de l'industrie, justifie l'organisation de production et la distribution de l'eau en monopole.

En revanche, la tarification au coût marginal qui maximise le bien-être social entraîne un profit négatif pour le monopole naturel.

Figure n° 9 : La tarification du monopole naturel



Source : Hal R. VARIAN

Illustration : des deux cas polaire de tarification.

1) lorsque $p=p^*$, c.à.d. $p=C_m$ la situation est la plus favorable à l'intérêt général mais le monopole produit à perte. Perte égale au coût fixe car les consommateurs ne rémunèrent que le coût variable. Les consommateurs achètent au C_m donc leur perte sèche a disparu. Cependant les recettes du monopole, égales à p^*q^* , sont inférieures à ses coûts : CMq^* . Cette perte est égale au coût fixe. En revanche, le surplus total est maximisé (surplus consommateur + surplus négatif du producteur).

2) quand on a $RM=CM$ (p_0 et q_0), le profit du monopole est nul, mais la situation des consommateurs n'est pas pour autant la plus satisfaisante. Le profit du monopole a disparu car il vend à son CM . Ses recettes p_0q_0 sont juste égales à ses dépenses CMq_0 . Les consommateurs ne sont pas placés dans la situation la plus favorable car le prix est supérieur au coût de production de la dernière unité. De ce fait, ceux qui auraient pu acheter le bien à un prix proche ou égal au C_m sont exclus de la consommation. Cette perte de bien-être (perte sèche / deadweightloss) = triangle ABC.

3) lorsque $p=p_m$ (ce point d'équilibre correspond à l'égalité R_m et C_m), le monopole obtient son profit le plus élevé. Comme on l'avait montré (perte sèche).

C'est pourquoi certains monopoles sont contrôlés de manière plus ou moins étroite par les autorités publiques, par conséquent le monopole est obligé de respecter certains principes notamment en matière de détermination des prix.

2. LES MODES ORGANISATIONNELS DU SERVICE PUBLIC D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT

Dans les pays européens en général et en France en particulier, le mode d'organisation institutionnelle adoptée pour les monopoles naturels ou services publics est celui de l'entreprise publique car il permet une gestion et un contrôle direct de ces activités. A contrario, aux Etats-Unis, les monopoles naturels sont confiés à des firmes privées régulées. Le contrôle du secteur se fait à travers la régulation qui vise à infléchir le comportement des firmes de manière à améliorer le bien être social³².

Le réseau de distribution d'eau potable et d'assainissement est généralement soumis au contrôle des autorités publiques, car celles-ci doivent définir les règles d'une bonne gouvernance du secteur en matière de prix, de concurrence, de service public et de continuité de l'approvisionnement en eau.

³²KRUGMAN. (2009), Microéconomie, De Boeck, 2ème édition américaine. P. 638.

2.1. Les modes de gestion directe de l'entreprise publique

Par gestion directe, on entend un mode de gestion dans lequel la collectivité locale gère directement le service. Ce mode de gestion s'oppose à la délégation du service public, par laquelle la personne publique confie la gestion du service à un tiers. Il s'agit de la régie où la collectivité assume, en principe, le fonctionnement du service avec ses propres moyens humains et matériels.

Alors, la collectivité peut décider de ne pas avoir recours à un opérateur extérieur et donc d'exploiter seule le réseau de distribution d'eau potable. Dans ce cas, elle peut adopter deux types de régie :

La gestion en **régie** directe désigne le mode de gestion du service public par lequel la collectivité publique assume directement la gestion du service qui relève d'elle.

Il s'agit d'un service communal dont le budget est intégré au budget Municipal. Elle consiste à ce que la collectivité s'occupe elle-même de la production et/ou de la distribution d'Eau. Toutes les fonctions (pompage, traitement, transport, distribution, facturation investissements ...) sont réalisées par des agents municipaux et le budget de l'eau est inclus dans le budget général de la commune.

La « **régie à autonomie financière** » diffère de la régie directe par le fait qu'elle est dotée d'une autonomie financière : elle dispose d'un budget additif au budget général et de la personnalité morale, car l'organe de gestion est distinct de la commune.

2.2. Les contrats de gestion déléguée des services publics³³

La collectivité peut aussi déléguer l'exploitation du réseau à des opérateurs extérieurs, publics ou privés. La « **délégation de service public** » constitue une forme de gestion qui permet à la collectivité de transférer les risques joints à la gestion du service tout en maintenant ses prérogatives de puissance publique.

« On entend par contrat de délégation ; un contrat par lequel une collectivité publique confie à une entreprise extérieure le soin de construire un équipement de service public et/ou de le gérer pour son compte » (J.F. Auby (1997)).

Dans le cas d'un « **contrat de gérance** », la firme exploite le service (production et distribution de l'eau, relevé des compteurs, entretien des infrastructures, facturation des usagers) mais ne réalise aucun investissement. Les recettes d'exploitation sont rendues à la collectivité qui rémunère le gérant par un montant forfaitaire. Le choix du gérant se fait en

³³Freddy HUET, Partenariats public-privé et performance, Théories et applications au secteur de l'approvisionnement d'eau potable en France. UNIVERSITE DE PARIS I PANTHEON-SORBONNE. 2007.P66

appliquant une procédure de mise en concurrence stricte qui se base sur un cahier des charges précis. La collectivité n'a alors aucune marge de manœuvre dans le choix de son partenaire.

Ainsi la « **régie intéressée** » a le même principe que la gérance mais, la différence est qu'elle implique d'avantage l'opérateur dans le service. En effet, sa rémunération est indexée sur les résultats d'exploitation. L'entreprise supporte donc une partie des risques commerciaux.

« **L'affermage** » et la « **concession** »³⁴ sont les modes contractuels les plus répandues. Ils se différencient de la régie intéressée et de la gérance par le fait que la rémunération de l'opérateur dépend totalement des factures saisies auprès des usagers. Le contrat d'affermage prévoit un partage des investissements entre la commune et l'exploitant. Les investissements à renouvellement rapide qui ont une durée de vie allant de 10 à 15 ans en moyenne ainsi que les petits travaux d'entretien sont à la charge de l'entreprise. Par contre, les investissements lourds à durée de vie élevée qui ont une durée de vie allant de 15 à 40 ans en moyenne sont assurés par la collectivité. Le contrat de concession attribue la réalisation de tous les travaux d'investissement à l'entreprise.

En Algérie, les services publics de l'eau potable et de l'assainissement relèvent de la compétence de l'Etat et des communes.

Les modes de gestion prévus par la loi sont :

- La **concession** accordée par l'Etat (ou les communes) à des établissements publics l'Algérienne des Eaux et l'Office National de l'Assainissement. Dans le cadre de ce contrat, l'établissement public concessionnaire assure l'exploitation technique et le développement des infrastructures, ainsi que l'exploitation commerciale du service.
- La **délégation** de gestion confiée, par voie conventionnelle soit par l'Etat soit par les établissements publics, à des opérateurs publics (filiales notamment) ou à des opérateurs privés comme par exemple Suez pour les villes de la Wilaya d'Alger.

3. LA REGULATION ET LA TARIFICATION DU SERVICE D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT :

Lorsque le paradigme de la concurrence parfaite (agents "preneurs de prix", information parfaite...) est inapproprié. La situation de monopole naturel nécessite une intervention

³⁴Freddy HUET, Partenariats public-privé et performance. P67

publique pour contrer l'exercice du pouvoir de marché³⁵. Le régulateur est chargé de contrôler des prix du monopole naturel régulé. Il existe plusieurs formes possibles dans la pratique de la régulation.

3.1. La réglementation par le prix (les contrats)

La présence de la puissance publique dans l'organisation du secteur ne suppose pas qu'elle effectue elle-même le service. Elle peut confier l'exploitation du service à un agent spécialiste tiers en entretenant un contrat.

Ces contrats de délégation se caractérisent par une asymétrie d'information entre le délégant (principal) et le délégataire (agent). Car, le principal ne connaît ni les caractéristiques techniques de l'agent, ni l'effort qu'il est prêt à fournir pour gérer efficacement son activité en minimisant les coûts d'exploitation, ce qui pousse le principal à abandonner des rentes à l'agent.

Face à cette imbrication entre les intérêts, souvent contradictoires, de l'opérateur, public ou privé, du commanditaire, gouvernement local ou central, et des usagers, particuliers ou industriels, 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, tout en assurant les incitations nécessaires pour assurer la couverture des besoins de la population. Pour faire court, cela passe essentiellement par des modalités de fixation des prix.

À peu près tous les arrangements que nous avons pu étudier dans le secteur, en France⁴ et dans les pays en développement, se caractérisent par l'adoption d'une structure de prix combinant un coût de raccordement (F) fixe et, en règle générale, payé une fois pour toutes et un coût d'usage, lui-même habituellement décomposé en une partie fixe (M), souvent mensuelle, couvrant une consommation jugée mini male pour justifier l'offre de service, et une partie variable (Cq) qui, au-delà de ce seuil minimal, dépend de la quantité consommée. Le problème d'un contrat optimal devient alors celui de la détermination du niveau et du poids relatif de ces différentes composantes.

Par exemple, une valeur élevée de F peut permettre à l'opérateur une récupération rapide de ses investissements irréversibles mais aussi se traduire par des frais de raccordement dissuasifs pour une large partie de la population. De même, une valeur très basse de Cq peut se justifier pour l'opérateur qui a pu résorber une partie importante de ses coûts fixes et qui a

SAGE, E. 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. 1999. P. 141.

accès à une eau abondante dont les coûts de production marginaux sont voisins de zéro. Mais il peut en résulter une surconsommation d'eau qui a des effets négatifs sur l'environnement¹ ou des effets de redistribution pour le moins discutables.

La théorie des contrats apporte des outils qui permettent de corriger ce problème. En effet, Le principal doit arbitrer par différents types de contrats entre l'efficacité de l'agent en termes de coût et de l'extraction de ses rentes :

La solution la plus fréquemment adoptée reste celle de la formule **cost plus**³⁶: les prix sont déterminés sur la base d'une évaluation des coûts de l'opérateur, y compris le rendement normal qu'il peut espérer de ses investissements. Cette approche se heurte pourtant à des problèmes maintenant bien connus d'asymétrie d'information entre le concessionnaire et l'autorité concédante. Si l'analyse principal-agent pose bien la question pertinente du contrat susceptible d'amener l'opérateur à révéler ses « vrais » coûts, la réponse à cette question est tout sauf évidente, comme en témoigne la multiplicité des solutions envisagées.

Ainsi, comme la firme est remboursée intégralement de ses coûts ; ce contrat est faiblement incitatif car la firme ne reçoit aucun bénéfice d'une réduction de ses coûts.

La régulation par coût du service : elle présente la forme la plus ancienne de régulation, elle vise à restreindre les revenus de la firme à un niveau égal au coût total (à travers le remboursement de l'investissement).

La régulation à la Price-Cap :³⁷Plus récemment, certains contrats se sont inspirés de la formule dite du price cap, adoptée dans l'offre d'autres services en réseaux, en particulier dans le cadre de l'expérience britannique de privatisation des entreprises publiques.

Ainsi, l'autorité concédante à Santiago du Chili avait choisi une formule de ce type pour l'opérateur, d'ailleurs public, emos³. Les tarifs devaient être fixés pour une durée de cinq ans, à partir de coûts marginaux et moyens estimés par référence à une entreprise efficiente fictive, construite par un savant mélange de caractères observés auprès d'autres entreprises nationales et étrangères et complétés d'un indice d'ajustement annuel à l'inflation. Cela incite la firme à minimiser son coût de production, car elle va pouvoir bénéficier de l'écart entre le prix et le coût. Le problème d'un tel système tient à un manque de transparence quasi indispensable. L'autorité en charge des prix ne peut révéler toutes les caractéristiques

³⁶Laffont, Jean-Jacques. Nouvelles formes de réglementation », L'Actualité économique, vol. 69, n° 2, 1993. P05.

³⁷Laffont, Jean-Jacques. Nouvelles formes de réglementation », L'Actualité économique, vol. 69, n° 2, 1993. P10.

de l'entreprise de référence, sinon elle encouragerait des comportements opportunistes de l'opérateur susceptible d'utiliser cette information pour contourner les contraintes du contrat. Plus généralement, de nombreux travaux récents¹ révèlent la quasi impossibilité d'arriver à une détermination optimale de tarifs qui puissent simultanément attirer des opérateurs privés ou inciter les opérateurs publics et accroître leurs performances tout en maintenant des dispositifs qui puissent garantir contre le risque de capture. En effet, plus une structure tarifaire a des propriétés incitatives (par exemple, la formule price cap), plus elle rend attractive pour l'opérateur la capture de la rente.

3.2. La tarification du monopole public

Lorsque la structure adoptée pour les monopoles naturels ou services publics est celle d'entreprise publique ; il y'a simplement une gestion directe de ces activités. D'où se pose la problématique du choix de la meilleure méthode de tarification permettant d'assurer la meilleure allocation des ressources. Les différents types de tarification :

- La tarification au coût marginal :

Pendant les années quarante des entreprises Françaises comme les quatre banques du secteur public appartenaient au secteur concurrentiel et pourraient normalement être gérées comme telles. Cependant, il y a aussi des monopoles naturels comme la distribution d'électricité, le téléphone, le chemin de fer.

Nous avons exposé auparavant que la tarification au coût marginal en incluant tout les coûts d'opportunité dont ceux liés à la congestion et à la pollution est considérée comme solution de premier rang qui permet de maximiser le bien être social. et que la déviation de cette tarification cause la distorsion de ce dernier, car les consommateurs reçoivent de mauvais signaux quand à la valeur sociale du bien. Des auteurs comme J. Dupuit (1945) ont mesuré la perte en termes de surplus de consommateurs dû à la déviation du coût marginal.

Cependant, cette tarification a reçu des critiques qui tournent autour du déficit financier qui est égale généralement au coût fixe de production subit par le monopole public suite à la tarification au coût marginal.

En effet, il faudra bien financer cette perte par l'Etat , en faisant appel à la taxation (sur revenu, capital) .Cela nous renvoie vers une problématique plus compliquée celle de la taxation optimale posée par R. Coase, car toute impôt modifie l'allocation optimale des ressources atteinte par la tarification au coût marginal, à cause des coûts des fonds publics $\lambda > 0$ supportés par la collectivité et de ce fait l'optimum devient du deuxième rang . Alors, ces taxes imposées doivent être forfaitaires,

Ainsi, Allais (1947) a montré une autre limite de la tarification au coût marginal qui se présente par l'absence d'incitation à la réduction des coûts dû à l'absence de la contrainte budgétaire.

- **Tarification au coût moyen :**

Une solution de bon sens apparaît alors : celle de dévier de l'optimum et de vendre à un prix qui égalise coûts et recette. Cela signifie la vente au coût moyen dans le cas d'une firme mono-productrice. Mais dans le cas de multi-production cette question est plus complexe, parce qu'il peut y avoir une multitude de vecteurs de prix égalisant coûts et recette.

Il a fallu donc chercher une solution entre les deux qui permet de majorer les prix en générant le moins possible de distorsion aux consommateurs du premier rang, par laquelle les recettes totales doivent être prélevées par le biais d'une gestion aussi proche que possible du premier rang .

- **La tarification à la Ramsey-Boiteux³⁸ :**

En 1956, Marcel BOÎTEUX qui est au service d'études économiques d'EDF, tente de répondre à cette question à travers un modèle très riche, considéré comme le modèle de base de la théorie de l'optimum de second rang. On ne retient souvent de ce travail que la notion de prix Ramsey- Boîteux qui est un prix linéaire.

Cette méthode consiste à maximiser le bien-être total des consommateurs sous une contrainte budgétaire, en supposant que la fonction de demande est connue ou au moins les élasticités de cette dernière.

Il s'agit donc de trouver un prix qui permettent la réalisation du maximum de bien-être compatible avec l'équilibre coûts et recette de la firme.

L'écart relatif du prix du bien à son coût marginal (destiné à couvrir les coûts fixes) doit être inversement proportionnel à l'élasticité de la demande de ce bien.

« Le coefficient de proportionnalité est lié au multiplicateur de Lagrange de la contrainte de budget et dépend donc de l'ensemble des paramètres de coût et de demande ».

Si l'on se contente sur une tarification linéaire ou monôme, la formule de Ramsey-Boiteux montre comment maximiser le bien-être social en faisant payer différentes catégories de consommateurs.

Pourtant, la théorie économique montre la possibilité de faire mieux, en offrant aux consommateurs un menu d'une multitude de tarifs polynômes, parmi lesquels chaque consommateur choisit celui qui lui convient.

³⁸ Laffont, Jean-Jacques.(1993) : « Nouvelles formes de réglementation », L'Actualité économique, vol. 69, n° 2, P. 3-15.

- **Les tarifs polynômes ou non linéaires :**

Les prix non uniformes ou non linéaires, est une autre méthode possible de tarification des services publics.

- **Tarifs binômes** ³⁹ :

Un tarif binôme est définie par un couple (f, p) , ou f est une charge fixe par période de temps par exemple, et p une charge variable qui dépend des unités consommées .

Le consommateur paiera pour les différents biens un prix à l'unité (p), mais également il paiera une charge fixe (f) qui pourrait être un abonnement mensuel par exemple. Il s'agit donc d'une sorte de droit de consommer.

Le consommateur qui consomme dans le cas mono-produit q unités du bien paiera donc :

$$f + pq$$

Cette méthode de tarification peut fournir, sous certaines conditions, l'équilibre du premier rang, sans générer un déficit budgétaire. Effectivement, si le prix unitaire est égal au coût marginal, l'optimum de premier rang est assuré ; il suffirait alors de combler le déficit engendré par cette tarification par les abonnements fixes.

(il existe différentes méthodes de récupération des coûts fixes)

- **Menus tarifaires** ⁴⁰ :

Considérant une suite de tarifs binôme (f1, p1) ,..... (f3, p3) , telle que :

$$p1 < p2 < p3$$

$$f1 < f2 < f3$$

Cette suite présente un menu de tarifs binômes, les consommateurs choisissent le couple (fi, pi) qui minimise leur coût total.

Ce type de tarification pose un problème de calcul de l'abonnement car les N consommateurs, rapportent des abonnements égaux à Nf, ces abonnements doivent être le plus près du déficit.

Cela signifie que la firme doit connaître non seulement la fonction de demande globale mais aussi les fonctions individuelles, afin de savoir combien de clients elle aura parmi tous les clients potentiels : il s'agit donc d'un problème d'information très complexe.

3.3. La tarification du service d'eau et d'assainissement

Cette revue de littérature se concentre sur la tarification de l'eau dans le secteur de provision public. Il n'inclut pas les effets de tarification(d'évaluation) d'eau sur les utilisateurs d'eau

³⁹Anne Briand. Fondements théoriques pour une tarification de l'eau en Afrique subsaharienne : une revue de la littérature. VIe Journées Scientifiques Réseau « Analyse Économique et Développement ». 2004.P05

⁴⁰idem

qui ne sont pas fournis par un réseau hydrographique public, comme des utilisateurs domestiques auto-fournis, des utilisateurs agricoles ou des utilisateurs industriels.

La tarification d'eau est un instrument d'une grande portée. Beaucoup d'agents payent un prix pour l'eau qu'ils utilisent. Le prix d'eau est un déterminant statistiquement fort de demande d'eau même quand l'élasticité des prix de demande est basse.

Bien que ce ne soit pas le seul déterminant, il est le seul le facteur administrativement contrôlé compatible avec la liberté de choix par des utilisateurs d'eau. En conséquence, la tarification est une tactique sérieuse pour combattre la pénurie et c'est une stratégie de gestion de la demande principale.

Comme dans la plus part des industries de réseaux, la gestion des réseaux d'Assainissement et de distribution de l'Eau Potable est confiée à un monopole car du fait de la sous additivité des coûts, cette structure de marché est considérée comme étant la plus efficiente. Mais elle ne permet cependant pas de maximiser le bien-être social et d'atteindre l'optimum de Pareto. La tarification efficiente ⁴¹est normalement équivalente à la tarification de coût marginal de longue durée. Ce prix reflète le plein coût économique de coût d'approvisionnement de l'eau de transmission, de traitement, et de distribution; une certaine partie des frais financiers de réservoirs et de systèmes de traitement actuels, aussi bien que de futurs équipements rendus nécessaire par les modèles actuels de l'utilisation ; et le coût d'opportunité de chacun des deux la valeur de non-utilisation d'utiliser-et de l'eau pour d'autres buts potentiels. Le coût marginal de longue durée peut être plus grand que le coût moyen à court terme, parce que coût marginal de longue durée reflète le coût de nouvelle acquisition d'approvisionnement, et les nouveaux approvisionnements sont en général plus coûteux pour se développer que les approvisionnements actuels (Hanemann 1997).

Parce que la concurrence est normalement absente dans une aire du service donné, comme est approprié à un monopole naturel, il y a un fournisseur seul qui met ses propres prix librement et qui se penche vers des prix élevés afin de réaliser des bénéfices.

Ce secteur donc doit être régulé et contrôlé de manière plus ou moins étroite par les autorités publiques. En effet, le service d'Assainissement et de distribution de l'Eau Potable est soumis à des principes et des règles notamment en matière de tarification, qui permettent de modérer l'effet du pouvoir du monopole sur la société d'une part et d'attirer les capitaux nécessaires au financement des infrastructures de l'autre part⁴².

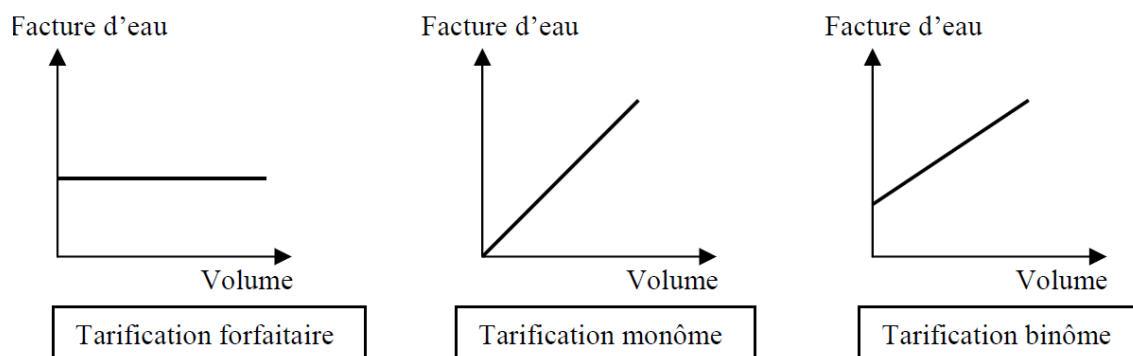
⁴¹ Salem (2007).

⁴²EncyclopédiaUniversalis France 1995 : politique des prix.

3.3.1. Les Termes de Tarification :⁴³

Actuellement les structures tarifaires sont basées sur deux composantes qui peuvent intervenir dans la tarification de l'Assainissement et de la distribution de l'Eau Potable : la partie fixe, indépendante du volume d'eau consommé et la partie proportionnelle au volume d'eau Consommé. Il existe donc, trois types de structures tarifaires (Figure 10) :

Figure n° 10 : Les types de tarification



Source : Zeggagh(2011)

Dans la terminologie commune, le prix d'eau potable est un prix volumétrique selon l'eau mesurée.

Les tarifs d'eau de terme, se réfèrent typiquement au paquet entier de charges appliquées par un fournisseur d'eau. En effet, n'importe quel fournisseur donné peut simultanément appliquer un tableau vaste de charges, avec de bonnes raisons. Tout d'abord, des tarifs d'eau presque incluent toujours deux catégories :

➤ **La tarification binôme :**

L'abonné paie un montant proportionnel à sa consommation d'eau et une partie fixe.

- 1) Les charges qui dépendent de la quantité d'eau utilisée, où les charges par-unité peuvent varier selon le type d'utilisation, la quantité d'utilisation, le temps d'utilisation, et cetera;
- 2) les charges qui ne sont pas basées sur la consommation d'eau comme de nouveaux coûts de connexion (frais de raccordement), Charges "de mètre", ou charges de superficie irriguées.

Le fait que les tarifs incluent des charges d'eau et des charges qui ne dépendent pas de la consommation et que les prix varient avec un assortiment de facteurs est une complication immédiate de la question en jeu. Idéalement, les éléments des tarifs doivent couvrir les coûts et les charges des fournisseurs.

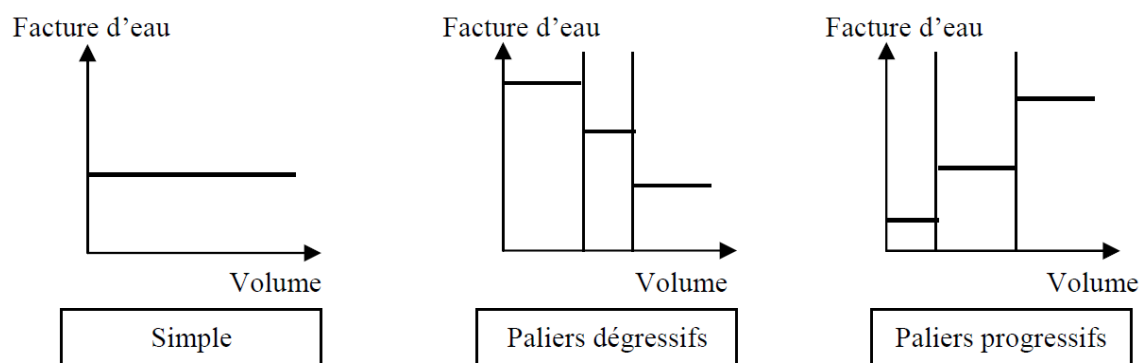
⁴³Ronald C. Griffen. The Analysis of Scarcity, Policies, and Projects. Water Resource Economics. Cambridge, Massachusetts. 2006. P244

Parce que l'adéquation de revenu pour couvrir les coûts du fournisseur est une préoccupation importante, les éléments du paquet de tarif sont interdépendants. Les augmentations d'une charge peuvent permettre à une autre charge d'être baissées. En conséquence, n'importe quelle étude "du meilleur" prix d'eau est obligée à considérer d'autres éléments de la structure de tarif. D'un air tout aussi important, la poursuite d'efficacité devrait prendre en compte tous les outils tarifaires disponibles.

La structure de tarif dépend de la variation du terme dépendant de la consommation d'eau, car le prix-unitaire peut diminuer, rester le même, ou augmenter avec la quantité d'eau consommée. **La figure 11** peint les trois structures de tarif disponibles.

Tant Pour les tarifs en blocs dégressifs que progressifs, le nombre de blocs est de deux ou plus.

Figure n° 11 : Types de tarification proportionnelle



Source :Zeggagh(2011)

➤ **La tarification en blocs dégressifs :**

La structure dépeint des tarifs en blocs dégressifs. Pour chaque client, le prix est constant dans chaque "bloc", mais les augmentations de consommation mesurées dans le suivant bloque plus haut, entraînent des chutes de prix.

➤ **La tarification en blocs progressifs :**

La structure de tarif opposée est naturellement nommée les tarifs en blocs progressifs. L'adoption de tarifs en blocs croissants vient de deux sources. D'abord, ce type de tarification est souvent appliqué pour améliorer la conservation d'eau parce que des grands utilisateurs d'eau sont "pénalisés" pour leur comportement.

En effet, pour chaque tranche de consommation, un prix unitaire du mètre cube supérieur à celui de la tranche précédente est appliqué. Ce type de structure encourage la préservation de

la ressource, en associant à toute consommation supplémentaire en eau un fort coût marginal. En effet, l'utilisateur décidera qu'il est irrationnel de consommer plus d'eau, car une part de son revenu pourra être sauvegardée en réduisant les consommations qu'il jugera inutiles.

Seconde, les grands utilisateurs d'eau ont tendance à être les utilisateurs d'eau les plus riches, cela peut être perçu "de justice" associée aux tarifs en blocs croissants. Pourtant des utilisateurs industriels qui font face aux tarifs en blocs croissants peuvent penser cela déloyal (injuste) (Goldstein 1986, 56).

Dans des pays en voie de développement, les tarifs en blocs croissants est soutenue parce que les utilisations d'eau de base entreprises par les pauvres sont intérieurement subventionnées par cette structure de tarifs (Boland et 1998 Whittington). Car la première tranche, celle ayant un prix très faible, est mise en place dans plusieurs pays pour assurer l'accès à un volume minimum d'eau qui satisfait les besoins vitaux.

Il apparaît que cette tarification constitue une bonne solution face à une importante population, elle consiste à faire peser la grande partie de la charge sur les consommateurs les plus aisés.

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. Cela, pousse spontanément les familles plus nombreuses probablement pauvres à consommer dans les tranches les plus coûteuses à cause du volume élevé consommé, contrairement aux familles aisées peu nombreuses qui bénéficient des bas tarifs des premières tranches [OCDE, 2003].

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).

En Algérie ; la tarification des services publics de l'eau potable et de l'assainissement est encadrée par un système tarifaire fixé par l'Etat. Ce système se caractérise par la **progressivité** en fonction des tranches de consommation, la **sélectivité** selon les catégories d'usages, et par la **solidarité** entre les usagers avec un tarif social correspondant aux consommations vitales. (**Voir Annexe D : le barème de tarification de l'eau en Algérie**).

➤ **La tarification monôme ou uniforme:**

Avec un bloc seul, la structure de tarif est appelée uniforme ou constante. Des structures de tarif uniformes sont généralement favorisées selon le critère d'efficience économique quand l'utilisation d'eau peut être bien mesurée.

Le raisonnement est simple, à n'importe quelle minute donnée, la consommation, marginale par tous les consommateurs a le même impact sur les coûts de provision. C'est-à-dire tous les consommateurs sont responsables des mêmes coûts marginaux actuels. Il y a un problème de mesure, cependant. La lecture de mètre n'est pas exécutée constamment.

Au mieux utilisant la technologie actuelle, les mètres sont lus mensuellement, donc des managers d'eau connaissent seulement l'utilisation totale de chaque agent pendant le mois. On ne connaît pas le calendrier de l'utilisation particularisée d'eau de l'agent dans chaque mois, donc il est peu pratique de facturer l'agent à un coût marginal dépendant de temps approprié pour chaque unité d'eau consommée. (Le tarif serait plus élevé pendant les heures d'utilisation maximale de pointe). C'est pourquoi les caractéristiques temporelles de l'utilisation d'eau de l'agent doivent être déduites de la quantité mesurée.

D'habitude, cette inférence a été résolue sur la base du secteur (résidentiel, commercial, etc) et l'utilisation en fin de compte mesurée d'eau, avec des utilisateurs de volume bas a présumé pour avoir des impacts atteignant un niveau maximal plus grands.

De là, des tarifs dépendants de temps deviennent plus pratiques, appliquant un tarif uniforme d'eau à tous les clients n'est pas une recommandation économique pare-balles dans toutes les fixations. Il s'applique vraiment bien, cependant, quand les coûts marginaux maximaux à l'heure de pointe et les coûts marginaux pendant la journée ne sont pas manifestement différents.

➤ **Autres tarifications :**

Les structures de tarifs autre que les tarifs en blocs dégressifs, progressifs, ou uniforme sont parfois discutées (l'Eau américaine Marche l'Association 1984, 61-63), mais ils n'ont pas connu beaucoup d'application.

1) La tarification saisonnière :⁴⁴

Une méthode de tarification de personne à charge de temps est soutenue par des pratiques de mesurage contemporain. Mensuellement la lecture de mètre permet aux prix d'eau de varier au mois. Ainsi, comme une utilité se déplace pendant l'année, rencontrant fournit bas-à-marée-haute des conditions quant à la demande, il est faisable d'appliquer des prix spécifiques de mois. Ceci est appelé la tarification saisonnière.

Tandis qu'un tel système n'a pas gagné la faveur complète, c'est plus efficient que de garder de prix fixes pendant une année entière, beaucoup de fournisseurs urbains emploient maintenant une variante simplifiée connue comme la tarification saisonnière dans laquelle

⁴⁴Jeffrey L. Jordan. PRICING TO ENCOURAGE CONSERVATION: WHICH PRICE? WHICH RATE STRUCTURE? 2001. P36

tarifs séparés d'hiver et d'été sont appliqués. Des taux(tarifs) d'hiver s'appliquent pour la partie de l'année et des tarifs d'été s'appliquent pendant le reste de l'année.

Des tarifs d'été sont d'une manière justifiable plus hauts parce qu'une grande partie du système de provision est seulement utilisé pendant l'été. Étant donné qu'il y a la capacité de système inoccupée pendant des périodes d'hiver, il est clair que le but de la capacité inoccupée est de fournir au service d'été. Il est donc économiquement approprié d'assigner ces coûts à la période d'été, aboutissant aux tarifs plus hauts d'été. La valeur d'été d'eau naturelle est aussi plus élevée dans la plupart des régions.

2) La tarification forfaitaire : le montant de la facture est indépendant du volume d'eau réellement consommé.

3.3.2. Les objectifs usuels de mise de tarifs :⁴⁵

La littérature servant à évaluer la mise en œuvre des tarifs d'eau identifie typiquement des buts multiples à être poursuivis (Boland 1993; Ernst et Jeune 1992; Herrington 1987). Les buts généralement observés sont comme suit :

- **L'adéquation du revenu** est primordiale dans la mentalité de managers d'approvisionnement en eau. Les managers sont naturellement intéressés par "l'effectuation des opérations financièrement dissolvante afin d'atteindre l'équilibre".

Un accent sur l'adéquation du revenu promeut l'idée de tarification de coût moyen. Si les coûts moyens de fournir l'eau sont calculés et si tout le monde paye exactement le coût moyen pour chaque unité d'eau ils consomment, donc le revenu rassemblé égalera des coûts totaux. Mais la tarification de coût moyen n'est pas la même comme la tarification de coût marginal, ainsi il y aura une perte d'efficience (Mettner 1997).

Pourtant l'adéquation du revenu est un but incontestable. Son importance signifie que n'importe quel système économiquement efficient des tarifs devrait être ajusté pour produire un budget équilibré pour des fournisseurs. Évidemment, une certaine perte d'efficience est un résultat possible, mais l'attention prudente peut produire une adéquation de revenu.

- **L'équité et la justice** sont des objectifs difficiles à réaliser, parce qu'ils sont malléables en pratique (Jones et 2001 Mann). La clarté peut ici être dure à réaliser. Par exemple, un précepte d'équité est que les clients causant des coûts égaux pour le système d'approvisionnement en eau devraient payer des tarifs égaux.

⁴⁵Ronald C. Griffen. The Analysis of Scarcity, Policies, and Projects. Water Resource Economics. Cambridge, Massachusetts. 2006. P251

Ceci ressemble à une bonne idée, quelques commentateurs sur une telle directive peuvent demander si ces consommateurs égaux ont le revenu égal, cependant de telles questions s'informent de la disponibilité d'eau pour tous les consommateurs et présentent d'autres perspectives sur la justice.

En effet, il peut y avoir une grande variété de caractéristiques des clients pertinentes appropriées pour la justice de tarifs. Est-ce les personnes âgées clients, sur un revenu fixe, une petite activité en démarrage (start-up), une société de transfert(délocalisation), la vie dans une banlieue riche, un membre d'une population indigène, le propriétaire d'une piscine, l'irrigation des agrumes de valeur ou le grain(maïs) ordinaire, et ainsi de suite ? De telles considérations ont le potentiel pour détruire l'efficience de la tarification. Comme un exemple institutionnalisé, le Bureau américain de Réclamation exécute toujours les analyses de capacité à payer de fermiers recevant l'eau de ses projets et limite par la suite des charges de la capacité à payer des fermiers, renforçant ainsi l'abus d'eau aux États-Unis occidentaux (Wahl 1989, 33).

- **La simplicité** dans le design du tarif est louable d'une perspective économique. L'idée derrière des tarifs efficients est de motiver tous les consommateurs pour consommer l'eau d'une manière raisonnable. Pour ceci, les tarifs doivent être assez compréhensibles pour des consommateurs de connaître quel est le prix d'eau. La plupart des consommateurs urbains d'eau ne comprennent pas plus de leurs factures que ce qui est exprimé par l'idée que la consommation plus élevée cause une facture plus élevée. Ils ne connaissent pas les prix des différents blocs, les définitions de bloc, ou le bloque où ils ont l'habitude de consommer. Des tarifs uniformes injectent un certain degré de proportionnalité dans des factures et enlèvent le besoin d'être conscient de blocs.
- **La légalité** est une demande incontestable aussi. Les fournisseurs doivent se soumettre à toutes les lois se rapportant aux tarifs. Les (tarifs) sont généralement régulés par des agences (de surveillance). Pourtant, il est compris (supposé) que les normes juridiques peuvent être basées sur les doctrines démodées qui ne sont plus appropriées pour la gestion de l'eau (comme la tarification de coût moyen).

Ceci n'est pas une liste complète de buts d'apparaître dans la littérature antérieure, mais il capture un nombre des plus importants d'entre eux. Parce que chaque but injecte une perspective unique, il n'y a aucun système seul de tarifs maximisant tout les buts pour un fournisseur donné. En effet, chaque but peut produire une structure de tarif unique, ainsi il y a le conflit interne parmi eux. Cette problématique se manifeste principalement par les visions diverses d'équité et la justice qui risquent d'entraver l'efficience de tarification.

Quelques perspectives sur l'équité soutiennent la tarification efficiente, mais beaucoup ne font pas.

De plus, nous devrions comprendre que la tarification au coût moyen n'est pas la seule méthode pour réaliser un budget équilibré et nous devrions rechercher des options tarifaires efficientes qui produisent aussi le revenu suffisant pour une opération financièrement dissolvante.

3.3.3. Les effets des prix sur l'utilisation de l'eau :

Historiquement, des tarifs d'eau ont été insuffisants dans la couverture de coûts de longue durée (Levin, Epstein et d'autres, 2002). La littérature passée en revue indique que le prix d'eau peut influencer son utilisation et permet la conservation d'eau⁴⁶.

Un système tarifaire bien conçu peut encourager la conservation, réduire la demande et des exigences pour l'expansion d'infrastructure future et satisfaire(arranger) les coûts de longue durée du système.

Chestnutt, Fisk et d'autres. (2008) discutent comment des programmes d'efficacité d'utilisation d'eau doivent être intégrés dans l'image économique globale de réseau hydrographique avec la considération du cycle hydrologique global.

Rawls et Brisova (2009) identifient ces taux(tarifs) de conservation sont un outil pour des utilités(commodités) et des agences réglementaires(régulatrices) dans le cadre d'une approche de planification complète(compréhensive), à long terme dans des ressources en eau dirigeantes.

Tant McCormick que Welser (2009) et Mitchell et Chesnutt (2009) discutent l'efficacité de taux(tarifs) conçus pour récupérer le coût de service fournissant. Ils concluent que les designs(conceptions) de taux(tarif) plus sophistiqués qui reflètent des coûts marginaux de longue durée et la saisonnalité et plus équitablement et allouent(répartissent) efficacement des coûts de système aidera une agence à respecter ses objectifs de politique de conservation d'eau.

En fin de compte, les découvertes de la littérature actuelle concluent que les tarifs de conservation sont les mieux utilisés pour réduire le sommet(pointe de consommation) qui arrive d'habitude pendant les mois secs d'été et moins efficace dans la réduction de la demande de base comme des utilisations intérieures.

⁴⁶ 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).

Afin d'aider les gouvernements dans la conception de tarifs pour atteindre la meilleure santé financière ainsi que les buts de conservation d'eau, Chesnutt et Beecher (1998) a développé un guide abrégé montrant "comment" concevoir des designs de tarifs alternatifs, à travers le pesage du pour et le contre de méthodes tarifaires diverses.

Cette publication discute comment les tarifs reflétant le vrai prix d'eau peuvent réduire l'eau utilisé par les consommateurs, pour réduire les coûts de développement et de fonctionnement.

Chesnutt et Beecher mettent sur l'alignement certains des avantages à court terme de tarification de conservation :

- (1) La réduction des coûts associés au pompage et au traitement,
- (2) Le ralentissement de l'épuisement d'eau souterraine et les cours d'eau, car ces prix incluent les coûts d'épuisement des ressources.
- (3) La diminution de la pollution de l'environnement car ces prix incluent les coûts environnementaux.

Des avantages à long terme permettent d'éviter d'opérer des coûts d'investissement pour étendre la capacité tant pour les commodités d'eaux usées que pour l'eau.

CONCLUSION

De ce chapitre nous concluons que le secteur de l'AEP est soumis à des principes et des règles notamment en matière de tarification, qui permettent de modérer l'effet du pouvoir du monopole sur la société d'une part, attirer les capitaux nécessaires au financement des infrastructures et conserver cette ressource semi renouvelable d'une autre part.

Ces règles de tarification se basent sur l'équité et la justice, l'équilibre financier du fournisseur, et la simplicité. Dans ce cas le gestionnaire doit prendre en considération cette vaste gamme de buts parfois contradictoires lors du processus de conception de tarifs, mais cela ne peut se réaliser, car chaque but injecte une perspective unique et apporte une structure tarifaire distinguée.

Par conséquent, les différentes visions d'équité et de justice risquent d'entraver l'efficacité de tarification, car quelques perspectives sur l'équité soutiennent la tarification efficace, mais beaucoup ne font pas.

Par exemple, les pays en développement, se caractérisent par l'adoption d'une structure de prix combinant un coût de raccordement (F) fixe et, et un coût d'usage dépendant de l'eau consommée (C_q), une valeur élevée de F peut permettre à l'opérateur une récupération rapide de ses investissements mais aussi se traduire par des frais de raccordement dissuasifs pour une large partie de la population. De même, une valeur très basse de C_q peut se justifier pour l'opérateur qui a pu résorber une partie importante de ses coûts fixes et qui a accès à une eau abondante dont les coûts de production marginaux sont voisins de zéro. Mais il peut en résulter une surconsommation d'eau qui a des effets négatifs sur l'environnement ou des effets de redistribution pour le moins discutables.

Ainsi, la tarification progressive attribuée à toute consommation supplémentaire en eau un fort coût marginal en maintenant une tranche de consommation minimale tarifée à un faible prix pour permettre aux ménages à bas revenu d'accéder à ce service, ce type de structure encourage la préservation de la ressource et assure l'équilibre budgétaire des fournisseurs à travers les subventions croisées, mais n'est pas équitable car elle risque de pousser spontanément les familles plus nombreuses probablement pauvres à consommer dans les tranches les plus coûteuses à cause du volume élevé consommé, contrairement aux familles aisées peu nombreuses qui bénéficient des bas tarifs des premières tranches.

Pourtant les études sur la réactivité des prix de demande d'eau ont produit des résultats divers. Ces études liées aux impacts tarifaires sur le comportement de conservation

s'appuient sur des recherches qui quantifient l'élasticité des prix d'eau comme la marchandise.

Tandis que les élasticités des prix de demande de l'eau révélaiet d'habitude très inélastiques, quelques études ont suggéré beaucoup plus de demandes élastiques, selon la saison ou la région du comté.

Cela justement fera l'objectif du troisième chapitre qui vise à mesurer l'effet d'une politique tarifaire sur la consommation en eau potable à travers l'estimation de la fonction de demande résidentielle en eau potable dans l'Ouest algérien.

***CHAPITRE 3 L'ESTIMATION
DE LA FONCTION DE
DEMANDE EN EAU POTABLE
DE L'OUEST ALGERIEN***

INTRODUCTION

Suite aux changements climatiques, la croissance démographique, les exigences économiques du développement, les ressources hydriques au niveau national ainsi qu'à l'échelle mondiale sont épuisées. Ce déficit quantitatif est causé principalement par des l'utilisation irrationnelle, de surexploitation, sans oublier la gestion défailante de ces ressources.

Cette défailance de gestion a conduit à une crise de l'eau, constituant une barrière au développement socioéconomique.

Face à cette situation, les économistes sont préoccupés par la recherche de solutions rationnelles qui permettent de promouvoir une gestion efficace de cette ressource.

Selon les spécialistes, il est indispensable de promouvoir une politique de maîtrise de demande en eau et de comprendre ses déterminants afin d'assimiler le comportement des consommateurs et d'agir en conséquence. Cela permettrait d'assurer un approvisionnement durable de cette ressource.

Ainsi, une politique tarifaire bien conçue peut encourager la conservation de l'eau, réduire la demande et par conséquent les dépenses nécessaires pour l'expansion d'infrastructures futures, et couvrir les coûts de longue durée du système d'approvisionnement⁴⁷.

Les études de la demande en eau ont commencé en 1960 aux Etats-Unis. Un certain nombre de ces études ont été influencées par des recherches sur la demande d'électricité (c.-à-d. Taylor 1975, Nordin1976)⁴⁸.

La plupart de ces études sont des modèles de régression basés sur des données rassemblées à travers diverses enquêtes réalisées dans les régions où les prix de l'eau ont augmenté.

Il n'existe pas de consensus sur la meilleure méthode pour estimer la demande de l'eau. Cela est dû au fait que chaque région a ses propres caractéristiques en termes de consommation d'eau et ses propres influences socio-économiques. La plupart des études montrent que les principaux facteurs qui influencent l'élasticité des prix sont les caractéristiques des ménages telles le revenu ou encore le taux d'occupation des ménages, le prix de l'eau, le type climat, la saison et les campagnes de conservation.

Nous avons donc souhaité savoir si la tarification est un outil pertinent pour rationaliser la consommation en eau en Algérie et plus précisément dans l'Ouest Algérien ?

Afin de répondre à cette problématique, nous allons estimer la fonction de demande en eau potable dans l'Ouest Algérien. Cette démarche a pour objectif de comprendre les

⁴⁷Le prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement « éditions OCDE, année 2010, P. 72. www.oecd.org/editions ».

⁴⁸Milan Milutinovic Water Demand Management in Kuwait .2004 .P55

déterminants de cette demande en générale, et d'en déduire, à travers l'analyse de l'élasticité prix, l'impact de la tarification sur la consommation de l'eau potable en particulier.

La première section de ce chapitre expose une revue de la littérature qui résume brièvement les études pertinentes qui traitent l'estimation de la fonction de demande en eau potable. Cela nous permettra d'extraire les variables pertinentes pour la spécification de cette dernière et de voir quelles sont les méthodes économétriques les plus utilisées.

Dans la seconde section, nous présenterons les méthodes économétriques employées pour estimer une fonction de demande domestique en eau potable d'une manière générale, puis la méthode la plus appropriée à notre échantillon.

La troisième section a pour objectif l'identification des déterminants de la demande domestique en s'intéressant principalement à l'élasticité-prix. Celle-ci indique l'impact des politiques tarifaires sur les comportements de consommation des ménages. Nous terminerons cette section par l'interprétation économique des résultats de l'estimation.

1. REVUE DE LA LITTERATURE

Les études sur la demande en eau ont commencé en 1960 principalement aux Etats-Unis. Pendant les années 1980, un nombre d'études accrues sensiblement, en grande partie rencontrant des modèles de régression basés sur divers ensembles de données dans des régions qui connaissent des pénuries d'eau aux USA⁴⁹.

Pendant les années 1990, les méthodes et technologies de conservation de l'eau ont reçu une plus grande attention. De ce fait, de nouvelles méthodes ont été étudiées pour estimer la demande résidentielle en eau dans des études réalisées notamment en Europe.

1.1. La spécification des modèles de demande en eau potable

➤ La forme :

Les modèles utilisés dans la littérature pour exprimer la demande en eau potable sont souvent écrits sous la forme suivante :

$Q = f(P, Z)$, où P sont les variables des prix et Z sont des facteurs comme le revenu, d'autres caractéristiques des ménages, le temps, etc. (Arbues et autres 2003).

La plupart des formes communes de régression sont linéaires et logarithmiques. Il n'existe aucun accord sur la forme fonctionnelle qui donnerait les meilleurs résultats⁵⁰.

Quelques chercheurs spécifient leurs régressions en voyant quels est le meilleur modèle approprié à leurs ensembles de données.

Billing et Agthe (1980) affirme que l'élasticité du modèle logarithmique est plus utile si la demande a la forme d'une parabole rectangulaire, alors que l'élasticité du modèle linéaire est plus utile si la demande est linéaire sur une gamme appropriée. La principale critique faite par les chercheurs au modèle linéaire est que pour un certain niveau de prix, la demande en eau sera nulle alors que, du fait que l'eau est un bien de première nécessité, il existe un niveau minimum incompressible de consommation d'eau (Arbues et autres, 2003).

➤ Les types de données :

Les modèles existants dans la littérature utilisent différents types de données. Ces données peuvent être désagrégées ou agrégées. Un certain nombre d'études ont notamment utilisées des données d'enquêtes menées sur des échantillons de ménages (Rizaiza 1991, dandy et données d'enquêtes conduites par American Water works Association (Nieswiadomy -

⁴⁹Milan Milutinovic Water Demand Management in Kuwait .2004 .P55

⁵⁰Milan Milutinovic Water Demand Management in Kuwait .2004 .P55

autres 1997, Renwick et Archibald. 1998). Par exemple certaines études ont exploitées les 1984 et Beattie – enquête 1960).

Par ailleurs, on trouve dans la littérature des études utilisant des données en coupe instantanées (Foster et Beattie 1979, Chicione et Ramammurthy 1986, etc.), des données de séries chronologiques (facturations 1982), et le plus généralement des séries de données de panel (Nieswiadomy et Molina 1989, Renwick et Archibald 1998, Chicione et Ramammurthy 1986, etc.).

On trouve également que certains modèles incluent la consommation décalée dans leurs modèles (Dandy et autres 1997, Nieswiadomy et Molina 1991). Ces modèles dynamiques sont utilisés afin de prendre en compte le lent ajustement de la consommation d'eau aux changements de prix et d'autres variables. En effet, il est difficile d'ajuster instantanément la consommation relevant d'utilisation habituelle de l'eau telle que l'utilisation des machines à laver, les piscines, etc. (Dandy et autres 1997).

➤ **Les variables explicatives de la demande en eau potable**⁵¹ :

• *Les caractéristiques de ménage :*

Les caractéristiques de ménage telles que leur revenu ou le taux d'occupation des logements sont des variables importantes qui influencent fortement la demande domestique en eau. C'est la raison pour laquelle toutes les études incluent le revenu mensuel comme une variable significative qui augmente la consommation en eau.

Cependant, du fait de l'insuffisance des données sur le revenu, certaines études incluent la valeur foncière de la propriété des consommateurs dans leurs modèles comme alternative (Dandy et autres 1997). Alors que d'autres études incluent la taille et la surface du logement comme une variable significative (Renwick et autres 1998; Lyman 1992, etc.) : on s'attend à ce qu'il y' aient une plus grande consommation d'eau lorsque la surface des logements est grande et le nombre de chambres important (Renwick et vert 1998).

En outre, d'autres facteurs ayant une influence significative sur la demande ont été fréquemment employés dans l'équation de la demande : la taille des ménages, (Nieswiadomy 1992, Renwick et autres 1998, dandy 1997 etc.), la densité des ménages,

⁵¹Nauges et al. (2001).

(Stimulez, Renwick 1998 ; Nauges2000), le nombre et la répartition par âges des membres du ménage (Lyman1992).

- **Variables des prix** : l'une des questions les plus discutée dans la littérature est de savoir si l'équation de demande devrait utiliser le prix moyen ou le prix marginal. Malgré l'importance de la littérature sur le sujet, un consensus n'a pas encore été atteint.

L'objet du désaccord porte sur 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). Cependant, cette hypothèse a été largement critiquée dans la littérature.

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'usager domestique connaît plus le montant de sa facture et le volume consommé que le prix marginal de l'eau.

Howe et Linaweaver (1967) ont affirmés qu'en utilisant le prix marginal uniquement les résultats ne seront pas valide en présence d'une tarification en bloc. Pour palier ce problème, Taylor (1975) a proposé une approche alternative en incluant deux variables liées au prix : le prix marginal et la différence entre la facture réelle des consommateurs et ce qui aurait été payés si toutes les unités avaient été achetées au prix marginal (cas des tarifs en blocs dégressifs pour l'électricité).⁵²

Cette approche fut modifiée par Nordin (1976) pour qui la seconde variable de prix devrait être la variable « différence ».

Billings et Agthe (1980) incluent la variable « différence » en appliquant les tarifs en blocs croissants dans la fonction de demande en eau potable. Ils trouvent que les coefficients de cette régression sont corrects et statistiquement significatifs.

La théorie économique suggère que les coefficients des variables revenu et différence devraient avoir la même grandeur, mais avec les signes opposés.

⁵²Voir Billings et Agthe (1980), Foster et Beattie (1981) et Howe (1982).

Cependant, les preuves empiriques montrent que le coefficient du revenu et celui de la variable « différence » sont bien de signes opposés, mais que celui de la variable revenu est plus grand en valeur absolue. Dans beaucoup d'études récentes, le prix marginal et la variable « différence » sont utilisés pour calculer des élasticités des prix (Renwick et Archibald (1998) ; Renwick, vert, et McCorkle (1998) ; Dandy, Nguyen, et Davies (1997); Nieswiadomy et Molina (1989)). Cependant, un plus grand nombre d'études utilise le prix moyen uniquement (Wong 1972, Beattie 1979). Foster et Beattie (1981) ont, qu'en à eux, montré que la spécification de Nordin (l'utilisation prix marginal avec la variable « Différence ») n'était pas sensiblement différente d'une spécification utilisant uniquement des prix moyens. Ils abordent également les questions relatives à la connaissance du prix marginal par les consommateurs, celles relatives à la méthode de tarification en bloc et si leur réaction correspond réellement au le prix moyen.

Selon les 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. Ainsi, un certain nombre d'études acceptent l'idée que les préférences entre différents types de tarification sont influencées par des facteurs empiriques plutôt que théoriques.

Pour Foster et Beattie (1979, 1981), la structure des prix à laquelle les consommateurs réagissent devraient être testée avec des données empiriques.

Fondamentalement, si les consommateurs pensent que la facture d'eau est significative, ils mettront un effort pour se renseigner sur le système de tarification, leur consommation précise et puis le prix marginal.

Autrement dit, si la facture d'eau représente un petit pourcentage du revenu, le consommateur réagira au prix moyen (Nieswiadomy 1992, Shin 1985) plutôt qu'au cout marginal.

Opaluch (1982) propose une méthode pour tester à le type de tarification auquel est le plus sensible l'usager domestique. Elle consiste à décomposer la variable de prix moyen en deux variables : le prix marginal et la différence entre le prix moyen et le prix marginal. Les tests sur les coefficients associés à ces deux variables permettent de voir si les consommateurs réagissent au prix moyen, au prix marginal, au deux ou bien à aucun des deux variables.

Cette méthode à été utilisée par Chicoine, Deller, et Ramamurthy (1986) pour tester la

Sensibilité au prix des consommateurs de l'Illinois (USA). Ils ont conclu 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).

Shin (1985) a, quant à lui, construit un modèle pour la demande d'électricité basé sur test de perception des prix qui décrit la réaction des consommateurs au prix marginal ou au prix moyen. Il a montré que le consommateur moyen ne connaît pas le barème réel de la tarification. En effet, en raison de la difficulté de déterminer la consommation réelle d'eau, Nieswiadomy (1992) justifie le recours au prix moyen.

Le paramètre de perception des prix est défini comme $P^* = \text{prix marginal} / (\text{prix moyen} / \text{prix marginal})^k$, où k est le paramètre de perception des prix. Ainsi, si $k = 0$ le consommateur répond seulement au prix marginal, si $k = 1$ le consommateur répond seulement au prix moyen. Si $0 < k < 1$ alors le prix perçu est entre le prix moyen et le prix marginal. Il trouve que les consommateurs d'électricité réagissent plus au prix moyen dans son étude. Nieswiadomy et Molina (1989) ont également utilisé cette approche avec des données mensuelles de la ville Denton (USA). Ils montrent ainsi que les prix perçus diffèrent selon le type de tarifs adopté : les consommateurs semblent réagir au prix marginal lorsqu'ils font face à des tarifications progressives et au prix moyen si la tarification est dégressive.

En appliquant le modèle de Shin pour la demande en eau, Nieswiadomy (1992) montre que les consommateurs réagissent davantage au prix moyen qu'au prix marginal : k est approximativement égal à 1 (bien que dans son étude 1991 il ait trouvé que les consommateurs réagissent aux prix marginaux).

Sachant que le prix moyen est défini comme le total de la facture rapporté aux mètres cube consommé, et qu'il est souvent la seule information que possèdent les usagers, le prix moyen pose un 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.

- ***Variables climatiques :***

La plupart des chercheurs ont constaté que les saisons et le climat influencent la consommation d'eau. Foster et Beattie (1981), et Ajadi et al. (2003) utilisent par exemple la variable précipitations pendant la période de végétation, tandis que Nieswiadomy et Molina (1991) utilise la variable temps.

D'autres études (Nieswiadomy, Renwick et autres, Riaza, etc.) utilisent également la température comme variable dans leurs modèles. Renwick et al (1998) ont quant à eux inclus à la fois l'influence de la température et celle des précipitations dans leur modèle de prévision de la demande en eau.

Et Dandy (1997) a inclus dans son modèle la variable Saison (hiver et été). Un certain nombre d'études ont trouvé qu'en été la demande est plus élastique aux augmentations des prix qu'en hiver (Lyman 1992, dandy et al. 1997, Griffon et Chang, etc.).

En outre les études n'ont constaté que l'utilisation extérieure de l'eau est plus élastique que celle d'intérieur. Nieswiadomy (1992) montre que dans un modèle de régression log-log la température a des relations non linéaires avec la demande. Il a également montré que des variations de la température au-dessous de 18°C n'ont aucun impact sur les besoins d'approvisionnement en eau.

• ***Les politiques non tarifaires :***

Les études précédentes ont montré que des politiques non tarifaires peuvent réduire la demande. Renwick et vert (1998) ont montré que les instruments de politique de la gestion de l'eau influencent la demande. Dans leur fonction de demande ils ont inclus six variables :

- L'information publique campagnes de sensibilisation (INFOS),
- distribution des kits de modification gratuits (RETRO),
- programmes de remise de toilette de débit faible (REMISE),
- politiques de rationnement de l'eau (RATION),
- les restrictions d'utilisation (LIMITEZ),
- conformité politique d'affirmation (CONFORMEZ-VOUS).

Leur étude sur des agences de l'eau en Californie a montré que les politiques réduisent la consommation en eau par suivantes (tableau n° 1).

Tableau n° 1 : L'influence des politiques de non-prix

Variable	Pourcentage
INFOS	8%
RÉTRO	9%
RATION	19%
LIMITEZ	29%
CONFORMEZ-VOUS	non significatif
REMISE	non significative

Source: Milan Milutinovic Water Demand Management in Kuwait .2004

Les auteurs trouvent que les politiques obligatoires réduisent la demande en eau plus fortement que les politiques volontaires. Cependant, concluent-ils, les résultats sont influencé par la qualité de l'exécution de ces politiques.

Nieswiadomy (1992) montre qu'une campagne de réduction de la demande en eau n'a d'effet que durant quelques années après quoi la demande augmente de nouveau jusqu'à son niveau précédent. Il montre par ailleurs qu'une campagne de sensibilisation doit être accompagnée d'une hausse de prix pour réussir à long terme. Et enfin, il montre que les programmes éducatifs ont probablement plus d'effet dans des régions rares du fait qu'il y existe une plus grande conscience de la pénurie de l'eau.

- ***L'évolution technologique :***

Renwick et Archibald (1998) ont constaté qu'en augmentant le nombre des toilettes de débit faible dans un ménage la demande du ménage diminue de 10%. Ce résultat est confirmé par Chesnutt et al. (1992) qui trouvent une réduction de la demande de 11%.

1.2. L'évolution des méthodes économétriques utilisées

Un 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)⁵³ pour l'estimation des fonctions de demande⁹. Cependant, le problème de l'endogénéité des

⁵³ Voir Billings et Agthe (1980), Schefter et David (1985) et Howe (1982), Chicoine et Ramamurthy (1986) et Schefter (1987).

régresseurs s'est très vite posé lorsque l'on a utilisé le prix moyen comme variable explicative.

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 de consommation en eau. Le biais de simultanéité conduit alors à des estimations biaisées des coefficients de la fonction de demande. Depuis les 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. 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) ont utilisé cette technique d'estimation.

Toutefois, les Moindres Carrés Ordinaires et les Variables Instrumentales ne permettent pas d'expliquer le choix d'un bloc tarifaire par les consommateurs. Cela suppose 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 au cours de ces années⁵⁴. Ces modèles reposent sur les travaux de Burtless et Hausman (1978) relatifs à l'impôt progressif sur le revenu ainsi que sur ceux de Moffit (1986, 1990). Ils consistent en une optimisation en deux étapes. Dans un premier temps, le consommateur choisit le niveau optimal de consommation dans chacun des blocs puis, dans un second temps, le bloc lui procurant une utilité maximale. Cette procédure nécessite alors une estimation par le maximum de vraisemblance (EMV). Si cette spécification permet de résoudre le problème de la non linéarité de la fonction de demande,

⁵⁴Voir Hewitt et Hanemann (1995).

Certains problèmes peuvent cependant persister: la vraisemblance peut, par exemple, ne pas être globalement différentiable d'où des difficultés lors de sa maximisation.

1.3. Les résultats empiriques à travers la littérature

- ***Au Etats-Unis :***

Les articles fondateurs de cette littérature sont ceux de Howe et Linaweaver (1967), Gibbs (1978), Foster et Beattie (1979)). Les années quatre-vingts virent se développer de nombreux travaux autour de deux axes de recherche. Le premier axe s'intéresse à la spécification de la fonction de demande domestique en eau et le second axe s'intéresse au développement des méthodes économétriques les plus appropriées pour l'estimation de l'élasticité de la demande qui selon ces les études varient de -1,63 à -0,12.

Les données utilisées dans ces premières études sont en général des données agrégées en coupe transversale. Les méthodes économétriques consistent le plus souvent en 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 certes inélastique par rapport aux prix mais pas parfaitement. 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 américains où les ressources en eau est rare.

- ***En Europe :***

En Europe, c'est à partir des années quatre-vingt que se sont développés 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)).

Ces études intègrent de nouveaux déterminants de la consommation domestique comme l'adoption par les ménages d'équipements économes en eau ou encore la mise en place de politiques de régulation.

Au suède, l'étude de Hanke et de Maré (1982) constitue une étude pionnière 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) en utilisant la méthode des MCO, est de -0,15. Ce résultat paraît conforme avec le reste de la littérature.

Au Danemark, où environ 70% de l'eau est chauffée du fait du temps froid, Hansen (1996) introduit le prix de l'énergie comme variable explicative. Bien que plusieurs études utilisent de données en double dimension, à la fois individuelle et temporelle, Höglund (1997) est l'un des premiers auteurs à avoir utilisé des données de panel pour estimer un modèle de demande.

Nous pouvons citer également l'étude de Boistard (1993) qui 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 100m³ pour les années 1975, 1980, 1985, et 1990. Boistard a ainsi proposé un calcul d'élasticité directement basé sur les seules évolutions des prix et des consommations.

Il existe également de nombreux travaux sur la demande en eau résidentielle qui ont été publiquement diffusés en France dont nous pouvons citer Come de Point (1993) du CREDOC (1997), Nauges et Thomas (2000), Nauges et Reynaud (2001) et Reynaud (2008). Ces études s'accordent sur la sensibilité réelle mais relativement faible des usagers domestiques au prix de l'eau. Les élasticité-prix de la demande varient généralement entre -0,10 et -0,70. L'eau apparaît donc comme un bien normal ayant une demande inélastique. L'élasticité-prix estimée diffère d'une étude à l'autre, parfois, dans des proportions importantes. Cela s'explique par le fait qu'en présence d'une élasticité-prix relativement faible, toute politique tarifaire visant à réduire la consommation d'eau doit s'accompagne généralement d'une campagne d'information.

- ***En Afrique :***

Afin de compléter les études menées en Europe et aux Etats-Unis sur l'estimation de la demande en eau potable, nous avons également voulu présenter celles menées en Afrique, et en particulier en Algérie. À notre connaissance, la seule étude qui traite de la tarification de l'eau à usage industriel et domestique est celle réalisée par la SOGREAH (juin, 2003) à la demande du Ministère des Ressources en Eau. Ainsi, une publication a été réalisée dans ce domaine par Kertous Mourad (2011) dans laquelle il a estimé la fonction de demande en eau potable pour le cas de la wilaya de Bejaia. Cette étude consiste dans un premier temps à examiner l'impact du prix moyen de la dernière facture sur la demande des abonnés. Puis, dans un second temps, elle établit un lien entre les résultats estimés par le prix moyen (utilisé

habituellement) et le prix moyen payé dans sa dernière facture. Le modèle estimé par cette seconde variable donne une élasticité prix d'une valeur comprise entre -0.25 et -0.30.⁵⁵

Dans sa thèse de doctorat, Zeggagh Ali (2011) a estimé la fonction de demande en eau potable en Algérie durant la période (2004-2007). Il trouve une élasticité prix de 0,37.

Une autre étude de la Société d'Exploitation et de Distribution Des eaux (SONEDE) effectué en 2007 en Tunisie a obtenu des résultats mettant en évidence une certaine sensibilité des usagers au prix de l'eau. Celle-ci est particulièrement importante pour la tranche de consommation la plus élevée, c'est à dire la tranche supérieure à 151m³ pour laquelle les coefficients d'élasticité prix avoisinent l'unité. Les usagers des tranches faibles et moyennes sont, quant à eux, moins sensibles aux variations des tarifs que ceux des hautes tranches de consommation. La faible élasticité qui caractérise leur demande est due au fait que l'eau est un bien de première nécessité qui n'a pas de substitut, notamment pour l'hygiène.

En Côte d'Ivoire, Daouda DIAKITE et Alban THOMAS (2009) ont estimé la fonction de demande agrégée en eau potable sur la période (1998 – 2002) avec les données de Panel. L'estimation a révélé une élasticité-prix assez fortes de 0,81 et une élasticité-revenu également assez significative estimée à 0,15. Ces élasticités sont utilisées pour simuler l'impact éventuel des politiques tarifaires.

Tableau n° 2 : Principales études sur la demande domestique

Auteurs	Méthodes	Elasticité
Howe-Linaweaver (1967)	MCO	-0,23
	MCO	-0, 51
Gibbs (1978)	MCO	-0,52
Foster-Beattie (1979)	VI	-0,70
Billings (1982)	MCO	-0,12
Schefter-David (1985)	ES	-0,71
Chicoine et al. (1986)		-0,48
		-0,86/-0,36*
		-0,12/-0,26**

³Daouda 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.

Chicoine- Ramamurthy(1986)	MCO	-1,63
Nieswiadomy-Molina (1989)	VI/DMC	-0,33
Schneider-Earl (1991)	DMC	-0,15
Hewitt-Hanemann (1995)	DMC	-0,17
Renwick-Archibald (1997)	DMC	-0,20 à -0,10*
Hanke et de Maré (1982)	MCO	-0,35 à -0,25**
Point (1993)	MCO	
Boistard (1993)	MCO	-0,10
	MCG	-0,12
		-0,31
		-0,20
		-0,21
		-0,22 et - 0,08
Hansen (1996)	PANEL	
CREDOC (1997)	PANEL	-0,15P
	PANEL	-0,12C
Höglund (1997)	PANEL	
Nauges et Thomas (2000)		
Nauges et Reynaud (2001)		
Reynaud (2008)		

VI (variables instrumentales), ES (pour équations simultanées), D/C (modèle à choix discret/continu), MCO (Moindres Carrés Ordinaires), MCG (Moindres Carrés Généralisés) DMC (Doubles Moindres carrés).

* : Tarification par bloc croissante et décroissante.

** : Court terme / long terme.

Source : A. Zeggagh (2011)

2. L'ESTIMATION DE LA FONCTION DE DEMANDE RESIDENTIELLE EN EAU DANS L'Ouest Algérien

2.1. Présentation des données de panel

Notre étude s'appuie sur la méthode des données de panel. Cette méthode concilie les deux sources d'information : temporelle et individuelle. En effet, elle permet l'observation d'un ensemble d'individus sur plusieurs périodes de temps. (Nauges, 1999)

La méthode des données de panel a connu un grand essor depuis les années 80. Elle présente plusieurs avantages : ⁵⁶

1. réduction de la collinéarité entre les variables explicatives : les données de panel prennent en compte des variations entre individus et périodes. cela implique une plus importante variabilité des données réduisant ainsi le problème de multicollinéarité.
2. Identification de termes individuels inobservables : Sous certaines conditions, si le nombre d'observations est suffisamment grand, on peut estimer des termes d'hétérogénéité individuelle inobservable.
3. Réduction du biais (variables manquantes/inobservables) : les données en panel permettent de contrôler l'hétérogénéité inobservable entre les individus permettant ainsi d'avoir une estimation moins biaisée.

2.2. Le modèle économique

- **La spécification du modèle utilisé :**

On suppose que les usagers domestiques maximisent leur utilité sous leur contrainte budgétaire. Sous l'hypothèse de séparabilité entre l'eau potable et les autres biens de

⁵⁶ Voir Hsiao, 1985, 1986 et Baltagi, 1995.

consommation, la quantité d'eau demandée est une fonction de l'ensemble des paramètres du programme de maximisation de l'utilisateur: prix, revenu et caractéristiques sociodémographiques (goût ...):

$$Q_i = f(P, R_i, Z_i) \quad (1)$$

Avec :

- Q_i est la quantité d'eau consommée par le consommateur i ;
- P est le prix de l'eau potable ;
- R_i présente le revenu de l'utilisateur i
- Z_i résume les caractéristiques de goût du consommateur i .

La fonction (1) peut s'écrire sous la forme linéaire suivante :

$$Q_i = P^b R_i^c Z_i^d \quad (2)$$

Où les coefficients b et c représentent respectivement l'élasticité prix et l'élasticité revenu de la demande en eau potable, en supposant que $b < 0$ et $c > 0$.

$$\eta_p = \frac{\partial Q}{\partial P} \cdot \frac{P}{Q} = b \eta_R = \frac{\partial Q}{\partial R} \cdot \frac{R}{Q} = c$$

Pour une lecture directe des élasticités prix, on peut approcher la fonction (2) par une forme logarithmique qui donne une approximation en première ordre de la fonction linéaire de la demande :

$$\ln Q_i = b \ln P + c \ln R_i + d \ln Z_i \quad (3)$$

Cette forme logarithmique permet d'écrire l'élasticité comme suit :

$$\eta_p = \frac{\partial \ln Q_i}{\partial \ln P} = b \eta_R = \frac{\partial \ln Q_i}{\partial \ln R_i} = c$$

• **Hypothèses:**

La fonction de demande spécifiée repose sur l'hypothèse de séparabilité entre l'eau et les autres biens. Cette hypothèse est justifiée par l'absence de biens totalement complémentaires ou substituables à l'eau potable.

La deuxième hypothèse est que les abonnés ne connaissent ni le prix unitaire de l'eau ni la structure tarifaire, car, ils connaissent que la valeur de la facture.

- **La présentation des variables retenues :**

La variable expliquée :

- La consommation en eau :

Notre modèle consiste à expliquer l'évolution de la consommation des ménages dans les wilayas de l'Ouest Algérien en eau potable en fonction de ses déterminants. Nous retenons, donc, la variable : « consommation résidentielle » du secteur au niveau de neuf wilayas. Il s'agit de la consommation annuelle moyenne d'un abonné (m³/année /abonné) que l'on notera Cons. Elle est calculée, pour chaque Wilaya de l'échantillon, en divisant le volume total d'eau potable facturée aux usagers domestiques par le nombre de ces usagers.

Les variables explicatives :

- La variable économique prix :

La variable prix retenue est le prix moyen car les données désagrégées concernant le prix marginal de l'eau ne sont pas disponibles. L'objectif principal de l'intégration de cette variable est d'estimer l'élasticité-prix de la demande.

- La variable technique : la fréquence de distribution :

La fréquence de distribution d'eau potable caractérise la qualité du service. Afin d'évaluer son influence, en particulier sur les habitudes de consommation en eau potable, elle sera retenue comme variable explicative dans la fonction de demande. Cette variable se définit comme la fréquence hebdomadaire de distribution. Celle-ci peut être, à travers les différentes wilayas de notre échantillon, d'un jour sur deux, d'un jour sur trois ou de 7 jours sur 7. Par ailleurs elle peut varier d'une année à une autre. La fréquence de distribution semble avoir un impact significativement positif sur la consommation domestique d'eau potable.

- La variable climatique : la pluviométrie

Afin de tenir compte des usages extérieurs de l'eau (arrosage des jardins, lavage de voitures), on retiendra la pluviométrie comme variable explicative. Cette variable est souvent mesurée durant la saison sèche lorsque la consommation d'eau est susceptible d'augmenter. Cette variable influencerait négativement la consommation en eau potable⁵⁷. Cependant, NAUGES et THOMAS (2000, 2001) montrent qu'elle n'est pas toujours significative.

⁵⁷Marie-Estelle Binet, UNE ESTIMATION DE LA CONSOMMATION D'EAU À USAGE DOMESTIQUE AVEC DÉGRADATION DE LA QUALITÉ, Armand Colin | Revue d'Économie Régionale & Urbaine, 2003.P15

2.3. Le modèle économétrique

Le cadre théorique de notre étude est celui de la théorie de l'allocation optimale des ressources.

- **La spécification du modèle économétrique :**

On cherche à expliquer la consommation domestique moyenne par abonné de chaque Wilaya. Celle-ci est conditionnée par le prix de l'eau, par la fréquence de distribution, et par l'évolution des précipitations au niveau de ces wilayas.

La spécification retenue est une forme linéaire logarithmique qui permet une lecture directe des élasticités (comme c'est le cas généralement dans ce type d'études). Toutefois, comme nous travaillons avec des données de panel, notre modèle se présentera sous la forme suivante :

$$\log \text{cons}_{it} = \alpha + \beta_1 \log \text{prix}_{it} + \beta_2 \log \text{fréquence}_{it} + \beta_3 \log \text{précipitation}_{it} + \varepsilon_{it}$$

Avec $i = 1 \dots 9$ et $t = 1 \dots 3$

Tel que :

i : le nombre d'individus (wilayas)

t : le nombre d'année

$\log \text{cons}_{it}$: log consommation moyenne ;

$\log \text{prix}_{it}$: log prix moyen ;

$\log \text{fréquence}_{it}$: log fréquence de distribution ;

$\log \text{précipitation}_{it}$: log de l'évolution des précipitations ;

ε_{it} : terme d'erreur.

- **Les données :**

Nous disposons d'un ensemble de données portant sur 9 wilayas en Algérie et observées sur la période 2009-2011. Outre des données sur les prix et la consommation d'eau potable dans ces wilayas, l'échantillon inclut également des variables techniques telles que la fréquence de distribution, ainsi que des variables climatiques comme l'évolution des précipitations.

Ces 9 wilayas sont gérées par l'Algérienne des Eaux (ADE). Les données comme le prix moyen, la consommation moyenne et la fréquence de distribution ont été collectées essentiellement auprès de cette entreprise. Du fait de la politique nationale des prix en vigueur dans le pays, le système tarifaire est le même pour l'ensemble des communes de

l'étude. Les données sur l'évolution des précipitations au niveau des 9 wilayas ont été collectées auprès de l'office national de météorologie.

Nous disposons d'une base de données de panel regroupant 27 observations collectées sur une période de trois ans pour l'ensemble des wilayas de l'échantillon.

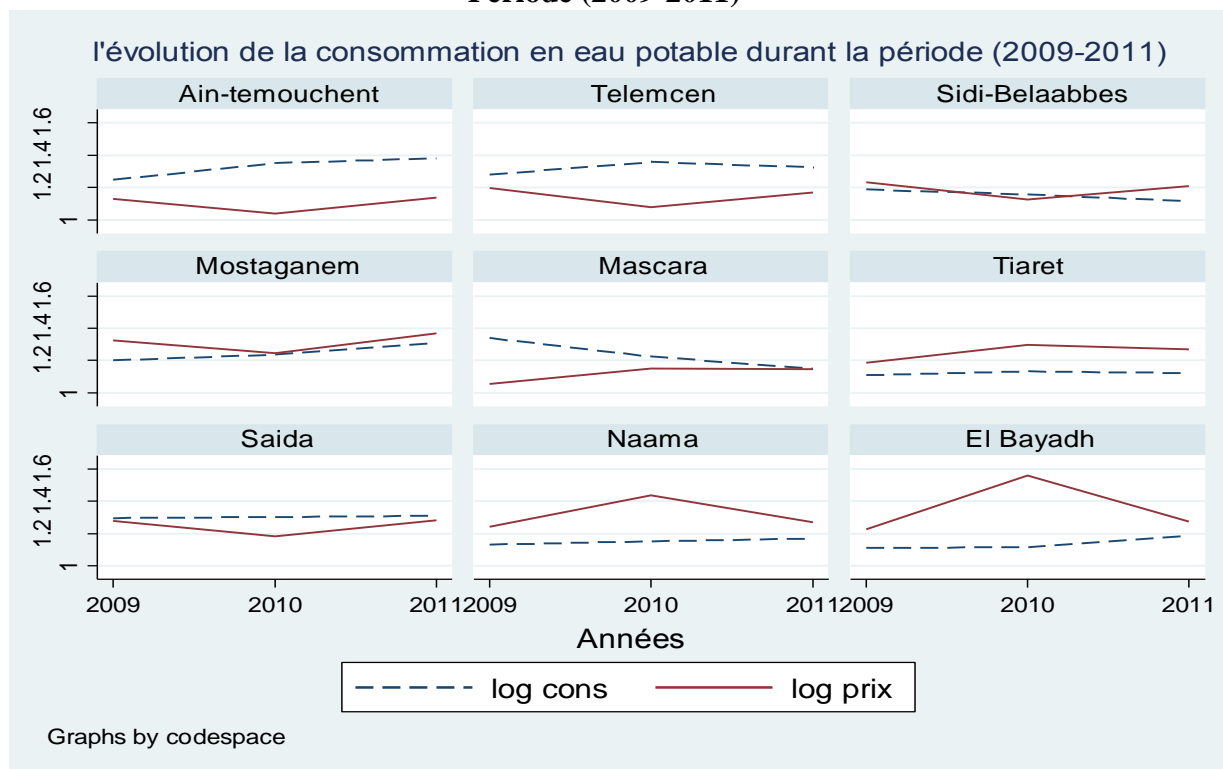
3. RESULTATS EMPIRIQUES ET CONCLUSIONS

3.1. Analyse descriptive

Les wilayas de l'échantillon subissent des situations contrastées (hétérogènes) selon leur position géographique. Cette hétérogénéité découle à la fois de la localisation des régions mais également de leur démographie.

L'impact des spécificités géographiques se manifeste principalement à travers la distribution inégale des ressources naturelles : Si l'on n'est pas en mesure de faire venir des ressources d'ailleurs, les activités économiques resteront très limitées par les ressources locales disponibles.

Figure n° 12 : l'évolution de la consommation en eau potable durant la Période (2009-2011)



Source : établi par nous à l'aide de STATA

Nous remarquons à partir du graphe N°10 ci-dessus, que les consommateurs des wilayas se comportent de deux manières :

Une consommation uniforme, ou constante, quelque soit le niveau des prix. On trouve ce type de consommation dans les wilayas de Tiaret, Naama, Saida et El Bayadh. Cette faible élasticité, presque nulle, est due au fait que la majorité des consommateurs dans ces wilayas correspondent aux tranches faibles et moyennes de consommation pour lesquels l'eau est un bien de première nécessité. Il n'existe donc pas de substituts surtout pour des besoins vitaux tels que la boisson et l'hygiène.

Au niveau des autres wilayas l'eau potable est considéré comme un bien normal car sa consommation entraîne une relation inversement proportionnelle au prix, avec une élasticité proche de 1.

3.2. La fonction de demande en eau domestique de l'Ouest Algérien

Afin de mesurer de l'élasticité prix de la demande en eau et ainsi répondre à notre problématique, nous avons estimé la consommation moyenne en eau potable à travers trois modèles différents : La méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) pour les données en panel, le modèle à effets fixes, le modèle à effets aléatoires. Pour obtenir nos résultats, nous avons utilisé le logiciel STATA 11.

- Les résultats de l'estimation du modèle par les MCO :

Tableau n° 3 : Estimation du modèle par MCO

. reg logcons logprix logfrquence logprcipitation						
Source	SS	df	MS	Number of obs = 27		
Model	.118984778	3	.039661593	F(3, 23) =	9.96	
Residual	.091560195	23	.003980878	Prob > F =	0.0002	
Total	.210544973	26	.008097884	R-squared =	0.5651	
				Adj R-squared =	0.5084	
				Root MSE =	.06309	
logcons	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
logprix	-.3099268	.1273757	-2.43	0.023	-.5734234	-.0464301
logfrquence	.1552235	.1111589	1.40	0.176	-.0747262	.3851731
logprcipit~n	.5880846	.1367723	4.30	0.000	.3051495	.8710196
_cons	-.0208009	.4139685	-0.05	0.960	-.8771599	.8355582

Source : établi par nous à l'aide de STATA

Sur la base de la lecture du t de student, ou de sa probabilité, on note que le prix (logprix) est significatif à un seuil de 5% ($p=0,023 < 0,05$), Ainsi, cette variable a un coefficient négatif égal à $-0,30$. Ce résultat confirme l'hypothèse assez intuitive que le prix est négativement corrélé avec la consommation moyenne de l'eau.

En revanche, la pluviométrie (logprécipitation) influe positivement la consommation moyenne en eau avec un coefficient égale à $0,58$ à un seuil de 5%. Ce résultat signifie qu'une des précipitations de 1% induit l'augmentation de la consommation de $0,58\%$.

Selon ce modèle la fréquence de distribution n'influence pas la demande en eau avec ($p=0,17 > 0,05$).

Le coefficient R^2 (égal à $0,56$) indique que 56% de la variabilité de la consommation moyenne en eau est expliquée par la variabilité des variables explicatives retenues dans le modèle.

Afin d'obtenir de meilleurs t-student en corrigeant le problème de l'hétéroscédasticité, nous avons estimé une régression linéaire qui prend en considération l'hétéroscédasticité des erreurs par la méthode de White. Cette régression a permis l'amélioration de la qualité des coefficients estimés, car ils sont plus efficaces, suite à la diminution de leurs écart-type.

Tableau n° 4 : Estimation du modèle par MCO et la méthode de White

. reg logcons logprix logfrquence logprcipitation , robust							
Linear regression						Number of obs =	27
						F(3, 23) =	19.61
						Prob > F	= 0.0000
						R-squared	= 0.5651
						Root MSE	= .06309
logcons	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
logprix	-.3099268	.118475	-2.62	0.015	-.555011	-.0648425	
logfrquence	.1552235	.0610654	2.54	0.018	.0289	.2815469	
logprcipit~n	.5880846	.103778	5.67	0.000	.3734034	.8027657	
_cons	-.0208009	.3535458	-0.06	0.954	-.7521661	.7105643	

Source : établit par nous à l'aide de STATA

Nous remarquons que la méthode de White a effectivement permis d'améliorer la qualité des estimateurs, car la variable (logfréquence) est devenue significative à un seuil de 5% ($p=0,018 < 0,05$). En effet, la fréquence influence positivement la consommation en eau car une augmentation de 1% entraîne l'augmentation de la consommation de 0,15%.

Le modèle estimé avec MCO par la méthode de White pour les données en panel est valide au vue la significativité de la statistique t pour chacune des variables, mais également de la significativité statistique de Fisher à un seuil de 5%.

❖ **L'estimation du modèle à effets fixes :**

Tableau n° 5: Estimation du modèle à effets fixes

. xtreg logcons logprix logfrquence logprcipitation , fe						
Fixed-effects (within) regression			Number of obs	=	27	
Group variable: codespace			Number of groups	=	9	
R-sq: within	=	0.4464	Obs per group: min	=	3	
between	=	0.5820	avg	=	3.0	
overall	=	0.3844	max	=	3	
corr(u_i, xb) = -0.9639			F(3,15)	=	4.03	
			Prob > F	=	0.0275	
logcons	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
logprix	-.0886041	.113608	-0.78	0.448	-.3307539	.1535456
logfrquence	.4004165	.1496502	2.68	0.017	.0814445	.7193884
logprcipit~n	-1.655709	.5330939	-3.11	0.007	-2.791971	-.5194458
_cons	5.362965	1.321259	4.06	0.001	2.546769	8.179161
sigma_u	.24849449					
sigma_e	.04056102					
rho	.97404836 (fraction of variance due to u_i)					
F test that all u_i=0:			F(8, 15) =	5.08	Prob > F = 0.0034	

Source : établit par nous à l'aide de STATA

Le R^2 within (44%) présente la part de la variabilité intra-individuelle de la variable dépendante expliquée par celle des variables explicatives.

Les résultats d'estimation montrent que les coefficients associés aux variables logfréquence, logprécipitation et à la constante sont statistiquement significatifs (leur p-value respective étant inférieures à 5%). Toutefois, le prix moyen a un effet non significatif, en moyenne, sur la consommation moyenne des ménages (p-Value > 5%). La statistique de Fischer (F(8,15) = 5,08) confirme l'hétérogénéité des individus sous la forme d'un effet fixe.

❖ L'estimation du modèle à effets aléatoires :

Tableau n° 6 : Estimation du modèle à effets aléatoires

. xtreg logcons logprix logfrquence logprcpitation , re						
Random-effects GLS regression			Number of obs	=	27	
Group variable: codespace			Number of groups	=	9	
R-sq: within	=	0.0018	Obs per group: min	=	3	
between	=	0.7977	avg	=	3.0	
overall	=	0.5639	max	=	3	
corr(u_i, x) = 0 (assumed)			wald chi2(3)	=	9.41	
			Prob > chi2	=	0.0243	
logcons	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
logprix	-.2259232	.1306618	-1.73	0.084	-.4820157	.0301693
logfrquence	.1006298	.1279157	0.79	0.431	-.1500804	.35134
logprcpit~n	.4651293	.2003523	2.32	0.020	.0724461	.8578125
_cons	.2295844	.5616288	0.41	0.683	-.8711877	1.330357
sigma_u	.03781279					
sigma_e	.04056102					
rho	.46497734	(fraction of variance due to u_i)				

Source : établit par nous à l'aide de STATA

Le « R² between » (79%) donne la part de la variabilité inter-individuelle de la variable dépendante qui est expliquée par celle des variables explicatives.

Les résultats d'estimation obtenus par le modèle à effets aléatoires révèlent que les coefficients associés à (logprécipitation) et au prix moyen sont significatifs à un seuil de confiance de 10%, leurs probabilités sont respectivement (p=0,020<0,1) et (p=0,084<0,1).

Le coefficient associé à la variable (logprix) qui est égale à - 0,22 signifie que l'augmentation du prix de 1% réduit la demande en eau de 0,22% seulement.

Selon ce modèle la fréquence de distribution n'influence pas la demande en eau potable.

❖ Le test d'Hausman :

Tableau n° 7: le test d'Hausman

```

. hausman fixe
-----
      Coefficients
      (b)         (B)
      fixe         .
      (b-B)
      Difference
      sqrt(diag(V_b-V_B))
      S.E.
-----
logprix      -.0886041    -.2259232    .1373191
logfrquence  .4004165     .1006298    .2997867
logprcipit~n -1.655709     .4651293    -2.120838
-----
      b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
      B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

      chi2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
              =      10.34
      Prob>chi2 =      0.0159
      (V_b-V_B is not positive definite)

```

Source : établit par nous à l'aide de STATA

La probabilité (0,0159) du test est inférieure au seuil de 5%. La statistique $\chi^2(3)$ (= 10.34) est supérieure à 6,56 à un seuil de 5%. Par conséquent, l'hypothèse nulle qui suppose que le modèle est à effets aléatoires est rejetée. (Voir ANNEXE E)

Dans cette situation le test d'Hausman ne permet pas de différencier le modèle à effets fixes du modèle à effets aléatoires. Afin de différencier les deux modèles nous nous sommes référés à quelques arguments d'ordre général afin pouvoir choisir le modèle le plus approprié :

1. Le modèle à effets fixes est le plus approprié si la variation intra-individuelle des variables est plus forte que leur variation interindividuelle.
2. Lorsque la dimension temporelle est réduite, le modèle à effets aléatoires donne de meilleurs résultats que le modèle à effets fixes.
3. Le modèle à effets aléatoires est plus approprié lorsqu'il existe dans le modèle une variable explicative indépendante du temps dont on veut estimer l'impact marginal.

Selon ces indications nous constatons que le modèle que nous devons retenir est le modèle à effets aléatoires, car la variation inter-individuelle (*between*) des variables est plus forte que la variation intra-individuelle (*within*). Par ailleurs, notre échantillon ne s'étale que sur trois années, la dimension temporelle est très réduite.

Tableau n°8: Les résultats de l'estimation de la fonction de demande

Méthodes	Estimateur	
Variabes	MCO et white	<i>between</i>
Constante	-0 ,020 (0,353)	0,229 (0,56)
Logprix	-0,309 (0,118)	-0,225 (0,13)
Logfréquence	0,155 (0,610)	0,100 (0,127)
Logprécipitation	0,588 (0,103)	0,465 (0,200)

Source : établi par nous à l'aide de STATA

3.3. L'interprétation économique des résultats

L'estimation de la fonction de la consommation moyenne en eau potable sur un échantillon de neuf wilayas au niveau du territoire Algérien semble rejoindre l'ensemble des résultats de la littérature recensée. En effet, l'estimation de notre modèle avec le prix moyen donne une élasticité prix comprise entre -0,22 à -0,30.

Autrement dit, une augmentation de 10% du prix de l'eau ne réduit la consommation que de 22% à 30%. Cela signifie que les consommateurs ne sont pas insensibles au prix de l'eau, mais l'ampleur de leur réaction est relativement faible. Ce résultat prouve que les consommateurs considèrent l'eau comme un bien nécessaire non substituable⁵⁸, donc leur consommation ne dépend pas seulement du prix, mais dépend principalement de leurs besoins de consommation. Nous pouvons donc conclure que l'utilisation du prix pour le rationnement de la demande domestique semble être un outil peu efficace. En effet, il est recommandé que toute action sur le prix s'accompagne de campagnes d'information à l'attention 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).

⁵⁸ $e > 0$: Biens Giffen ; la quantité demandée augmente lorsque le prix du bien augmente. $-1 < e < 0$: Biens faiblement élastiques (biens nécessaires); la quantité demandée varie relativement moins vite que le prix. $e < -1$: Biens fortement élastiques ; la quantité demandée varie relativement plus vite que le prix du bien. $e = 1$: élasticité unitaire ; la quantité demandée varie proportionnellement au prix du bien.

CONCLUSION

Les études d'estimation de la fonction de demande en eau potable en générale et de l'élasticité prix et revenu en particulier ont fourni un large éventail de résultats. Cependant, la demande en eau potable et l'élasticité des prix sont sans aucun doute, influencés par des conditions locales et variables socio-économiques.

Ces études ont été entreprises en utilisant différents ensembles de données, de méthodes de régression, et de variables. En conséquence, une certaine corrélation des paramètres ont été empiriquement prouvés.

Aucun consensus n'a pas été atteint concernant la meilleure méthode permettant d'estimer la demande résidentielle en eau et l'élasticité prix. Les différentes études s'accordent sur la sensibilité réelle mais relativement faible des usagers domestiques au prix de l'eau. Par conséquent, l'eau apparaît donc comme un bien nécessaire à demande inélastique. Cela est justifié par l'absence d'un substitut proche à l'eau.

L'estimation de la fonction de demande en eau potable dans les wilayas de l'Ouest Algérien avec le prix moyen donne des élasticités prix inférieures à 1, comprises entre -0,22 à 0,30. C'est-à-dire, qu'une augmentation de 1% du prix de l'eau n'induirait qu'une réduction de 0,22% à 0,30% de la demande. De ce fait, notre résultat rejoint parfaitement le reste de la littérature.

La demande d'eau potable est donc inélastique aux variations des prix. Une augmentation des prix n'est efficace que si elle est accompagnée d'une campagne de sensibilisation concernant des usagers domestiques et de promotion des équipements économes.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'eau est une ressource indispensable à l'humanité. Elle est à la fois une source de vie et un facteur de développement. En effet, il existe peu d'activités humaines qui ne l'exploitent pas. De ce fait, l'eau, et en particulier l'eau potable, ont été au centre de nombreux débats et de recherche ayant donné lieu à une importante littérature.

En outre, ce bien économique essentiel possède peu de substituts. Au niveau mondial, sa consommation a augmenté ces trente-cinq dernières années à un rythme annuel de 4 à 8%. Selon la Banque Mondiale (World Resources, 1996), environ 70% de l'eau douce prélevés chaque année est consommée par l'agriculture, 23% par l'industrie et 8% par les usages domestiques. Par ailleurs, 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 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 Subsaharienne, est différente à bien des égards, notamment en terme de structure de la, et de configuration des réseaux d'alimentation et d'assainissement comme c'est le cas pour l'Algérie.

La connaissance de la demande pour chacun des types d'usagers (ménages, industriels et agriculteurs) est indispensable pour une gestion efficace (affecter la ressource eau à ceux qui la valorisent le plus) et équitable (garantir l'accès à tous) des ressources en eau. L'objectif de ce travail était donc d'estimer une fonction de demande résidentielle en eau potable pour avoir une idée de l'effet du prix sur la consommation d'eau des ménages

L'estimation de la fonction de demande en eau potable portant sur un échantillon de ménages au niveau de neuf Wilayas de l'Ouest Algérien semble rejoindre l'ensemble des résultats de la littérature recensée. En effet, l'estimation de notre modèle avec le prix moyen donne une élasticité prix comprise entre -0,22 à -0,30. Autrement dit, une augmentation de 10% du prix de l'eau n'induit qu'une réduction de 2,2 % jusqu'à 3% de la demande. Ces élasticités relativement faibles signifient que la politique tarifaire ne suffit pas pour une réelle politique de préservation des ressources. Elle doit, par conséquent, s'accompagner des campagnes de sensibilisation, des équipements économes de l'eau ainsi que des pénalités qui permettent la restriction de la consommation résidentielle en eau potable.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages :

Badi H. Baltagi, *Econometrics*, Springer, 4^{ème} édition.2008

Hal R. Varian, *Introduction à la microéconomie*, De Boeck ,6^{ème} édition .2006

P. Krugman, *Microéconomie*, De Boeck ,2^{ème} édition américaine.2009

PIERRE Picard, *Elément de microéconomie théorie et application*, Edition Montchrestien.2007

Ronaldo Seroa. *Economic Instrument of Water management. The Cases of France, Mexico And Brazil*. 2004.

Ronald C. Griffin. *Water Resource Economics. The Analysis of Scarcity, Policies, and Project* .2006.

Sevestre, P. *Econométrie des données de panel*, Dunod, Paris, 212 p. 2002

William H. Greene. *Econometric analysis*, prentice hall, New York. 2002

Articles:

Ahmed Kettab, *les ressources en eau en Algérie : Stratégie, Enjeux et Vision* », 30Août 2000, Alger.

Ahmed Kettab et all, « *De l'Eau pour un Développement Durable : Enjeux et Stratégies* », vol. 21, n° 2, 2008, p. 247-256.

Ali Zeggagh, Alban Thomas, M. Yassine Ferfera, *Évaluation Économique des Performances des Services d'eau Potable Algériens*, les cahiers du Cread , n°92-2010.

Armstrong, M, *Access Pricing, Bypass, and Universal Service*, the American Economic Review, Vol. 91, N°. 2, 297-301. 2001

Baumol, W.J. *On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multiproduct Industry*, American Economic Journal, 67(5), 809-822.1977

Benblidia, M .Thivet, G. *Gestion des ressources en eau :les limites d'une pratique de l'offre* , Les notes d'analyse du CIHEAM , N58. 2010

Bruno. Jullien, Wilfried .Sand-Zantman. *La régulation des monopoles*, IDEI, Report N 16. 2010

Bruno Jullien et Jean-Charles Rochet, *La régulation en pratique*, Revue d'économie politique, Dalloz, Vol. 115, 2005

Briand .Anne. *Les tarifications au coût marginal versus coût moyen face à des chocs climatiques au Sénégal : un modèle dynamique d'équilibre général calculable appliqué à l'eau*, Economie & prévision, n° 185,2008. 178 pages

Boyer, M. et Garcia, S. Organisation et réglementation des services d'eau potable et d'assainissement en France. 2002

Claude Ménard, Enjeux d'eau : la dimension institutionnelle Tiers-Monde. Enjeux urbains, ruraux, régionaux, tome 42 n°166. 2001

Diakite, D et A. Thomas .La Demande d'eau à usage résidentiel en Côte d'Ivoire : une analyse économétrique sur données de panel. Document de travail, Université de Toulouse. 2005

Encaoua David. Réglementation et concurrence : quelques éléments de théorie économique », *Économie & prévision*. Numéro 76, 1986-5. 1986. pp. 7-46.

François Mauvais, La délégation de service public, un mode de gestion des services d'eau potable et d'assainissement original et efficace, *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 21, n° 2, 2008.

Garcia, S. et A. Thomas, The Structure of Municipal Water Supply Costs. Application to a Panel of French Local Communities, *Journal of Productivity Analysis*, 2001, 16, 5-29.

Jean-Édouard Colliard, La justification économique des services publics, *La Découverte*, n° 2, 2007.

Laffont, Jean-Jacques. Nouvelles formes de réglementation », *L'Actualité économique*, vol. 69, n° 2, 1993. p. 3-15.

Limam, M.A. La tarification progressive, outil de la gestion de la demande : cas de l'eau potable en Tunisie, *Gestion de la demande en eau en Méditerranée, progrès et politique*, 3ème partie. 2007

Marie-Estelle Binet, Une estimation de la consommation d'eau à usage domestique avec dégradation de la qualité, Armand Colin | *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 2003.

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

Mohamed Goaid & Seifallah SASSI, *Économie des données de Panel sous STATA*, Université de Carthage, 2011.

Nauges, C. La consommation d'eau potable en France. Analyse économétrique de la demande domestique, Thèse pour le doctorat en Sciences Économiques. Université des Sciences Sociales de Toulouse. 1999

Nauges, C., & A. RENAUD. Estimation de la Demande Domestique d'Eau Potable en France, *Revue Économique*, 52(1), 167-185. 2001

N, Neverre. J.D,Rinaudo. M, Montginoul. La tarification incitative :quel impact sur la demande en eau, l'équilibre budgétaire et l'équité sociale ? », *TSM*, numéro 12. 2010. Pages 37-43.

N. LoucifSeiad. Les Ressources en Eau et Leurs Utilisations dans le Secteur Agricole en Algérie, *Revue H.T.E* n°125- Mars 2003,

Patrick Point, Partage de la ressource en eau et demande d'alimentation en eau potable, *Revue économique*. Volume 44, n°4, 1993.

P.Boistard, Influence des prix de l'eau potable sur la consommation de l'utilisateur domestique en France, *Revue des sciences de l'eau*, 1993.

Reynaud, A. An Econometric Estimation of Industrial Water Demand in France. *Environmental and Resources Economics*, 25, 2003.213-232.

Salem. A, La tarification de l'eau au centre de la régulation publique en Algérie, *Actes des JSIRAUF*. 2007

Suzanne Jumel. Instruments économiques de gestion de la ressource en eau , *Inra sciences sociales et économiques*, N° 4-5.2008

Simon P. Anderson et Régis Renault, Tarification discriminante.

Sheila M. Olmstead and Robert N. Stavins, Managing Water Demand Price vs. Non-Price Conservation Programs, *A Pioneer Institute White Paper*, 2007.

Thèse :

Ali Zeghagh, Tarification des services d'eau potable, durabilité de la ressource et accès des usagers : Cas de l'Algérie, *Université d'Alger*. 2011

Daouda Diakite et Alban Thomas, La Demande d'Eau à Usage Résidentiel en Côte D'Ivoire : Une Analyse Econométrique sur Données de Panel.2009

Freddy Huet, Partenariats public-privé et performance, Théories et applications au secteur de l'approvisionnement d'eau potable en France. *UNIVERSITE DE PARIS I PANTHEON-SORBONNE*. 2007.

Marielle Montginoul. thèse sur la gestion de la demande : connaître et gérer la demande en eau. *Université de Montpellier I*. 2011

Milan Milutinovic. Water Demand Management in Kuwait. *University of Belgrade in Serbia*, 2004.

Serge Garcia, Analyse économique des coûts d'alimentation en eau potable, *Université des sciences sociales et économiques de Toulouse*. 2001.

Lois:

Loi n°05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau », *Journal officiel n°60 en date du 4 septembre 2005.*

Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire: conventions et Accords Internationaux -Lois et Décrets Arrêtés, Décisions, Avis, Communications et Annonces, Correspondant au 21 Oct. 2010, N° 61, 49ème année, page 41;

Rapports :

Benblidia,M . L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique, Plan Bleu.

BouchritRouissat, La gestion des ressources en eau en Algérie : Situation, défis et apport de l'approche systémique, Alger; « Problématique du Secteur de l'Eau et Impacts Liés au Climat en Algérie », 07Mars 2009;

Évaluation des progrès accomplis en Afrique dans la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement, 2011, Rapport OMD.

Groupe présidé par Claude Matinand, « Eau d'Assainissement des Villes et Pays Riverains de la Méditerranée », rapport du groupe de travail, Déc.2006;

Kauffmann.C,(2007) : « L'accès à l'eau potable et à l'assainissement en Afrique », (OCDE), N41.

M'hamedRebah, L'écologie oubliée : Problèmes d'environnement en Algérie à la veille de l'an. 2000;

Ministère des ressources en eau, Stratégie et indicateurs de l'eau en Algérie, 2011.

Mokhtar Bzioui, UN WATER-AFRICA, Rapport Sous Régional Sur La Mise En Valeur Des Ressources En Eau En Afrique Du Nord, Mars 2005;

Moustouri Abdelatif, sous directeur: direction de l'alimentation en eau potable Alger, « Stratégie et Indicateurs du Secteur de l'Eau en Algérie », le Caire 21-22 Nov. 2011.

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

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

« Le Contrat de Management d'Alger : Un Ambitieux Programme sur l'Eau un Partenariat Public-Privé Réussi Oct. 2011 » SUEZ l'ENVIRONNEMENT;

R. Maria Saleth, World Bank: The Institutional Economics of Water. 2004.

Services de l'eau en Algérie Faire du droit à l'eau une réalité pour tous, communication à la consultation des acteurs étatiques sur les bonnes pratiques dans les domaines de l'eau et de l'assainissement Genève, janvier 2011

The Political Economy of Water Pricing Reforms, Edited by Ariel Dinar Published for the World Bank Oxford University Press.2000.

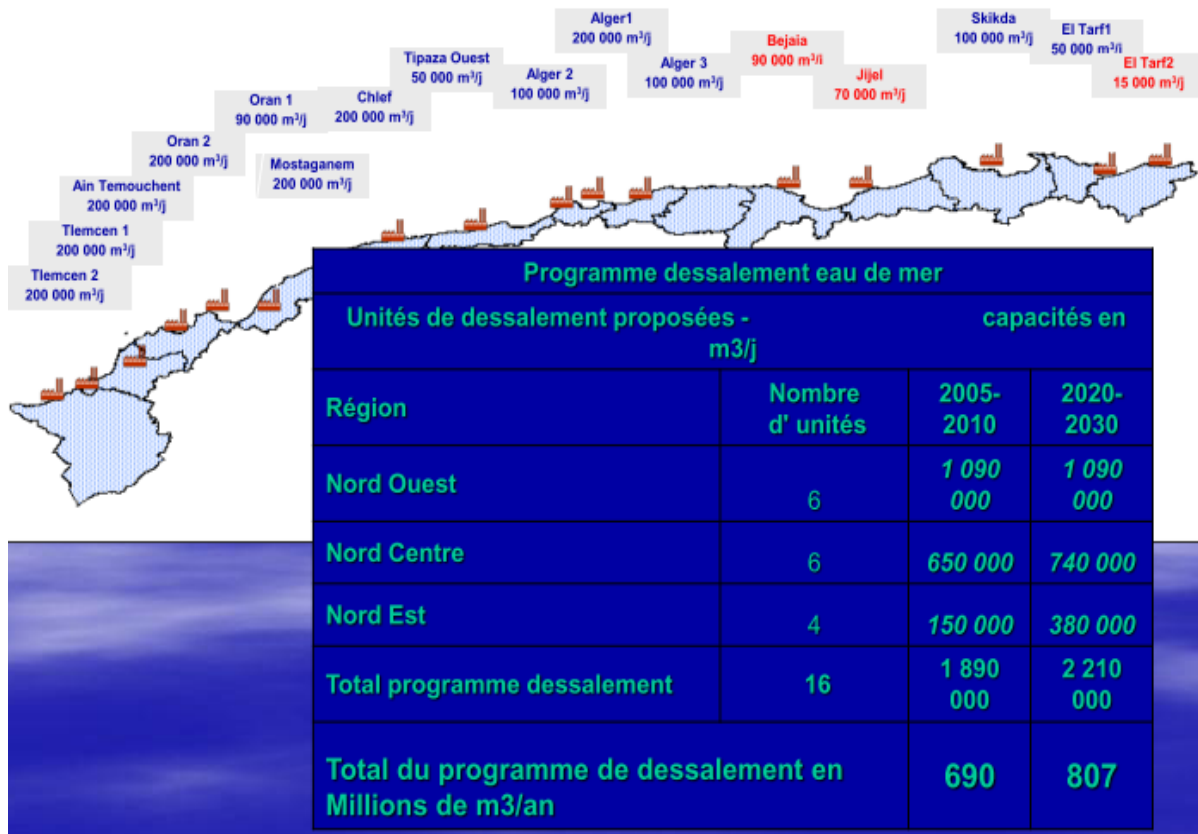
ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

N°	Annexe	Page
A	Les grandes stations de dessalements en Algérie.	
B	La tarification de l'eau dans le cadre de la politique de la gestion intégrée.	
C	Les grands transferts d'eau en Algérie.	
D	Le barème de tarification de l'eau en Algérie.	
E	La théorie de la méthode de Panel	

ANNEXE A :les grandes stations de dessalement en Algérie

Le programme de dessalement d'eau de mer



ANNEXE B : la tarification de l'eau dans le cadre de la politique de la gestion intégrée

1. Les considérations économiques : les tarifs optimaux qui maximisent le bien-être social sont ceux qui correspondent au coût marginal à long terme de production (distribution et approvisionnement) , ces tarifs permettent une allocation optimale des ressources .

2. Les considérations sociales :

L'application de la tarification progressive, qui consiste à tarifier les petites quantités indispensables pour les besoins vitaux à un faible tarif pour permettre l'accès des pauvres consommateurs, et les quantités additionnelles à des prix plus élevés.

Ces tarifs sont calculés sur la base des « élasticités de la demande par rapport au changement de prix » qui renseignent sur la réaction des consommateurs à l'égard des augmentations des tarifs de l'eau, car, les consommateurs très sensibles aux augmentations des tarifs (l'augmentation des tarifs entraîne une diminution importante de la consommation) subissent des tarifs marginaux supérieurs à ceux qui ont une consommation inélastique .

Cette méthode a plusieurs justifications :

1. La réalisation des subventions croisées entre les consommateurs, car les consommateurs riches financent une partie du coût des services de distribution d'eau et d'assainissement en faveur des pauvres. Ce qui permet le recouvrement intégral des coûts sans recourir aux subventions externes.
2. Le tarif marginal croissant avec l'augmentation de la quantité consommée incitent les grands consommateurs à rationaliser leur consommation et à éviter le gaspillage.

3. Les considérations environnementales : le coût d'épuration doit être facturé, selon la quantité consommée.

4. Les considérations financières : les tarifs vont se fixer par le principe du recouvrement intégral des coûts financiers de distribution auprès des ménages sans qu'il soit nécessaire de recourir aux subventions budgétaires. Ce qui signifie que le tarif doit s'égaliser avec le coût unitaire.

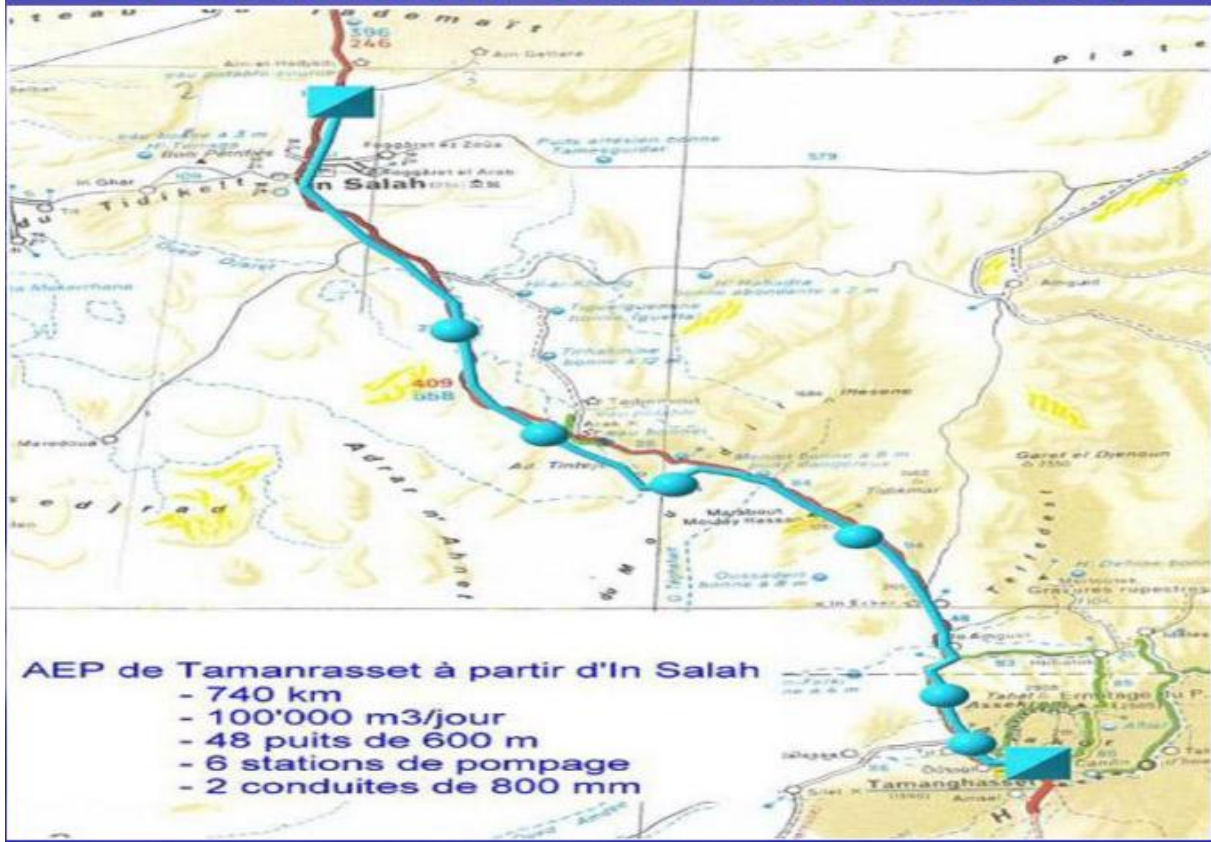
ANNEXE C : les grands transferts d'eau en Algérie

Les grands systèmes de transfert (Nord-Nord / Nord-Sud / Sud-Sud)

Systèmes de transfert	Destination (wilayas)	Capacité de traitement (m ³ /j)	Population H 2030
BÉNI HAROUN	Constantine – Mila – Jijel – Batna – Khenchela	440 000	4 000 000 hab.
TAKSEBT	Alger – Tizi Ouzou	600 000	5 000 000 hab.
MOSTAGANEM – ARZEW – ORAN (MAO)	Mostaganem – Oran	560 000	1 500 000 hab.
KOUDIAT ACERDOUNE	Bouira – Médéa – Tizi Ouzou – M'sila	346 000	2 000 000 hab.



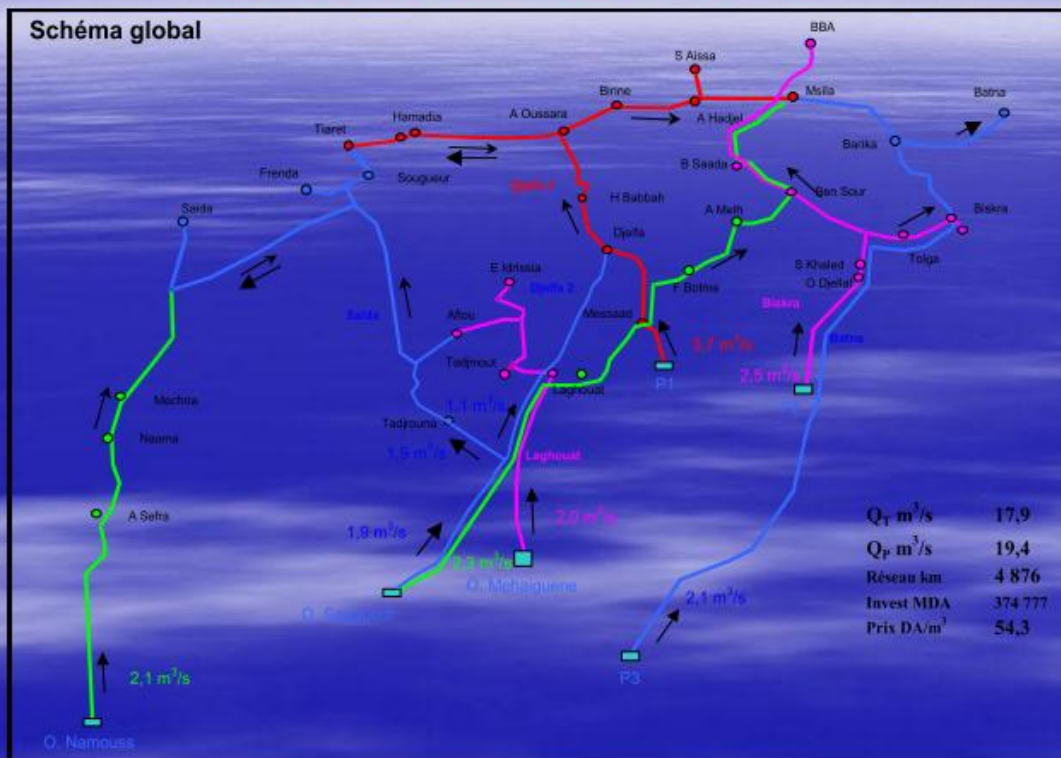
Le transfert In Salah/Tamanrasset



Le transfert Mostaganem/Arzew/Oran



Le transfert SUD/NORD



ANNEXE D :les barèmes de tarification de l'eau en Algérie

Catégories	Tranches m³/ Trim	Coef	Prix m³ E	Prix m³ A
Ménages (I)				
1 ^{ère} tranche	0 à 25	1	6,30	2,35
2 ^{ème} tranche	26 à 55	3,2	20,48	7,64
3 ^{ème} tranche	56 à 82	5	34,65	12,93
4 ^{ème} tranche	Plus de 82	5,5	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).

ANNEXE E : La théorie de la méthode de Panel

1. Les régressions linéaires sur données de panel :

Le modèle en données de panel pour un échantillon de N individus ($i = 1 \dots N$) observé sur T périodes ($t = 1 \dots T$) peut s'écrire sous la forme suivante :

$$Y_{it} = a_{0i} + a'_i x_{it} + \varepsilon_{it}$$

- Y_{it} : variable endogène observée pour l'individu i à la période t ,
- x_{it} : vecteur des k variables exogènes $x_{it} = (x_{1it}, \dots, x_{kit})$, x_{kit} étant la valeur observée pour la $k^{\text{ème}}$ variable exogène pour l'individu i à l'instant t .
- a_{0i} : terme constant pour l'individu i ,
- a'_i : vecteur des k coefficients des k variables exogènes $a'_i = (a_{1i}, \dots, a_{ki})$.
- ε_{it} : terme d'erreur.

A partir de cette spécification générale nous pouvons envisager quatre cas de figures :

- *Cas n°1 : homogénéité totale :*

Les constantes a_{0i} et les coefficients a'_i sont tous identiques pour tous les individus. Nous avons donc $a_{0i} = a_0$ et $a'_i = a'$ pour toutes les valeurs de i . Le modèle ne comporte qu'une seule équation sur $n = N \times T$ observations empilées par les MCO (ou les MCG selon la structure de la matrice des variances et covariances des erreurs).

- *Cas n°2 : hétérogénéité totale :*

Les constantes a_{0i} et les coefficients a'_i sont différents pour toutes les valeurs de i . La structure en panel est rejetée. Le modèle doit être estimé équation par équation, c'est à dire avec N équations (une équation par individu) par les MCO (ou les MCG selon la structure de la matrice des variances et covariances des erreurs).

- *Cas n°3 : hétérogénéité des coefficients des variables explicatives et homogénéité des termes constants :*

Les constantes a_{0i} sont toutes identiques ($a_{0i} = a_0$) pour les individus, mais les coefficients a'_i des variables explicatives sont différents pour chaque individu.

Comme pour le second cas, le modèle doit être estimé avec N équations (une équation par individu) par les MCO (ou les MCG selon la structure de la matrice des variances et covariances des erreurs).

- *Cas n°4 : homogénéité des coefficients des variables explicatives et hétérogénéité des termes constants : (le modèle à effets individuel) :*

Les constantes a_{0i} sont différentes pour les individus, mais les coefficients a'_i des variables explicatives sont constants pour les individus ($a'_i = a'$). Ce modèle est appelé « modèle à effets individuels ». C'est celui que nous développerons dans les deux paragraphes suivants.

2. Le modèle à effets fixes individuels :

Le modèle en données de panel à effets fixes individuels peut s'écrire de la manière suivante :

$$y_{it} = a_{0i} + a'x_{it} + \varepsilon_{it}$$

- y_{it} : variable endogène observée pour l'individu i à la période t .
- x_{it} : vecteur des variables exogènes : $x'_{it} = (x_{1it}, \dots, x_{kit})$, x_{kit} est donc la valeur observée pour la k -ième variable exogène pour l'individu i à l'instant t .
- a_{0i} : terme constant pour l'individu i .
- a' : vecteur des k coefficients des k variables exogènes $a' = (a_1, \dots, a_k)$.
- ε_{it} : terme d'erreur.

La méthode d'estimation des paramètres va dépendre de la structure des termes d'erreurs. Si les erreurs sont homoscedastiques et non autocorrélées, alors la méthode la plus appropriée est

celle des moindres carrés ordinaires (MCO) sur les variables indicatrices (en anglais LSDV = least square dummyvariable) ou sur les estimateurs Within.

- **La méthode LSDV :**

La méthode LSDV consiste à appliquer la méthode des MCO sur le modèle avec variables indicatrices spécifiques pour chacun des N individus. Nous introduisons donc N variables indicatrices tel que : $D_i = 1$ pour l'individu i et 0 pour les autres.

Le modèle initial s'écrit : $y_{it} = a_0 + a_{01}D_1 + a_{02}D_2 + \dots + a_{0N}D_N + a'x_{it} + \varepsilon_{it}$

Cependant, le modèle doit être estimé sans la constante a_0 , sinon il aurait alors colinéarité entre le vecteur du terme constant (a_0) et la somme des N variables indicatrices. La matrice $(X'X)$ serait alors singulière (non inversible) :

Le modèle à estimer s'écrit donc $y_{it} = a_1D_1 + a_2D_2 + \dots + a_ND_N + a'x_{it} + \varepsilon_{it}$. Il doit être estimé par la méthode des MCO ou par la MCG si les erreurs sont hétéroscédastiques ou/et autocorrélées.

Il est possible ensuite de retrouver le modèle initial en calculant les coefficients $a_{0i} = a_0 + a_i$, la valeur de la constante a_0 étant égale à la moyenne des coefficients a_i estimés.

- **La méthode avec l'estimateur Within :**

Cette méthode consiste à centrer préalablement toutes les variables à expliquer et les variables explicatives sur leurs moyennes individuelles, puis à appliquer la méthode des MCO (ou MCG si les erreurs sont hétéroscédastiques ou autocorrélées) sur le modèle ainsi transformé :

$$(y_{it} - y_i^-) = a'(x_{it} - x_i^-) + \varepsilon_{it} \text{ pour } i = 1 \dots N \text{ et } t = 1 \dots T .$$

Une fois que l'on trouve l'estimateur Within a' , les coefficients fixes individuels a_{0i} s'obtiennent grâce aux relations :

$$\alpha_{01} = y_1^- - a'x_1^- ; \alpha_{02} = y_2^- - a'x_2^- \dots \alpha_{0N} = y_N^- - a'x_N^- .$$

Comme pour le cas précédent, nous pouvons revenir au modèle initial en calculant les coefficients suivants : $a_{0i} = a_0 + a_i$. Cette méthode d'estimation conduit exactement aux mêmes résultats que la méthode LSDV.

3 Le modèle à effets aléatoires :

Le modèle à effets aléatoires suppose que la relation entre les variables à expliquer et les variables explicatives ne soit plus fixe mais aléatoire : l'effet individuel n'est plus un paramètre fixe a_{0i} mais une variable aléatoire. Le terme d'erreur se décompose donc de la manière suivante : $\varepsilon_{it} = a_{0i} + \lambda_t + u_{it}$ d'où le nom donné aussi à ce type de modèle : modèle à erreur composée (error components model).

- Les coefficients a_{0i} représentent les effets individuels aléatoires,
- la variable aléatoire λ_t représente les effets temporels identiques pour tous les individus
- Enfin u_{it} est un terme d'erreur qui est orthogonal aux effets individuels et temporels.

En outre, pour chacune de ces trois variables aléatoires (a_{0i} , λ_t et u_{it}), nous supposons les hypothèses d'espérance nulle, d'homoscédasticité, d'indépendance temporelle et d'orthogonalité entre ces trois composantes.

Dans le cas simple où l'effet temporel n'existe pas ($\lambda_t = 0$), le modèle à effets aléatoires individuels s'écrit alors : $y_{it} = a_0 + a'x_{it} + \varepsilon_{it}$, avec : $\varepsilon_{it} = a_{0i} + u_{it}$

Où encore : $y_{it} = a_0 + a_{0i} + a'x_{it} + u_{it}$ où le coefficient a_0 est un coefficient fixe identique pour tous les individus.

La méthode d'estimation la plus appropriée à ce type de modèle est celle des MCG car la composante aléatoire. En effet, le coefficient a_{0i} est présent dans les termes d'erreur ε_{it} et ε_{it}' qui ne sont donc pas indépendants : $\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{it}') \neq 0$. Nous avons donc une autocorrélation des erreurs (cf Sevestre 2002).

4. Le test de Hausman :

Supposons que l'on cherche à tester la présence éventuelle d'une corrélation ou d'un défaut de spécification. Admettons que l'on dispose de deux types d'estimateurs pour les paramètres du modèle étudié. Le premier estimateur est supposé être l'estimateur non biaisé à variance minimale sous l'hypothèse nulle d'une spécification correcte du modèle (absence de corrélation). En revanche, sous l'hypothèse alternative de mauvaise spécification, cet estimateur est supposé être biaisé.

Le test de spécification de Hausman repose sur le corps d'hypothèses suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : E(u_i) = 0 \text{ (les estimateurs du modèle à erreurs composées sont efficaces.)} \\ H_1 : E(u_i) \neq 0 \text{ (les estimateurs du modèle à erreurs composées sont biaisés).} \end{array} \right.$$

Sous l'hypothèse nulle correspondant à une spécification correcte du modèle, cette statistique est asymptotiquement distribuée selon une loi de chi-deux à K degrés de liberté. K étant le nombre de facteurs variables dans le temps introduits dans le modèle. Si le test est significatif (p-value < 5%), on retiendra les estimateurs du modèle à effets aléatoires qui sont non biaisés. Sinon, dans le cas contraire, on retiendra ceux du modèle à effets fixes, car ils sont efficaces.

