

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE. MIRA. BEJAIA**

**FACULTE DES SCIENCES ÉCONOMIQUES, DES SCIENCES DE GESTION ET  
DES SCIENCES COMMERCIALES  
Département des Sciences Économiques**



**MÉMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Economiques

OPTION : Techniques Quantitatives

Présenté par : M<sup>elle</sup> **BERRAH Kafia**

**THEME**

**Analyse économétrique des coûts  
d'alimentation en eau potable : Cas de la  
ville de Béjaïa**

Soutenu le / /2010 devant le jury composé de :

<b>Jury</b>	<b>Grade</b>	<b>Affiliation</b>	<b>Qualité</b>
DAHMANI A. Nasser	Professeur	Univ.Béjaïa	Président
ACHOUCHE Mohamed	MCA	Univ.Béjaïa	Examinateur
AIT SAIDI Ahmed	MCA	Univ.Béjaïa	Examinateur
OURBIH Megdouda	MCA	Univ.Béjaïa	Encadreur
BOUKRIF Moussa	MCB	Univ.Béjaïa	Co-Encadreur

**-Année 2010-**

**Remerciements**

Je tiens à remercier tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce modeste travail et plus particulièrement :

✓ Madame OURBIH Megdoua pour avoir accepté d'assurer la direction du présent mémoire. Je la remercie infiniment pour sa contribution à l'aboutissement de ce travail, sa disponibilité et ses judicieuses remarques.

✓ Monsieur BOUKRIF Moussa pour avoir accepté d'être co-encadreur ; je le remercie pour ses conseils, ses orientations et son aide.

✓ Monsieur DAHMANI A. Nasser pour avoir accepté de présider le jury.

✓ Monsieur ACHOUCHE Mohamed pour avoir accepté d'examiner ce travail.

✓ Monsieur AIT SAIDI Ahmed pour avoir accepté d'examiner ce travail.

✓ Madame BOUKRIF Nouara, pour ses orientations, ses encouragements, et son aide.

Je tiens à lui exprimer ma sincère reconnaissance et gratitude.

✓ Tous les enseignants qui ont participé à ma formation.

## **Table des matières**

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I : Aspects théoriques de la fonction de coût et certaines notions en statistique</b>	<b>5</b>
<b>I. Terminologie des coûts</b> .....	<b>5</b>
I.1. Typologie des coûts .....	5
I.1.1. Optique comptable .....	5
I.1.2. Optique économique .....	7
I.2. Différence entre le coût et le prix .....	9
I.3. Prix de revient .....	10
<b>II. Développement théorique et méthodes d'estimation de la fonction de coût</b> .....	<b>10</b>
II.1. Aspects théoriques de la fonction de coût .....	11
II.1.1. Définition de la fonction de coût .....	11
II.1.2. Propriétés fondamentales de la fonction de coût .....	12
II.1.3. Notions économie d'échelle, déséconomie d'échelle et rendement d'échelle .....	13
II.2. Elasticité de substitution des facteurs de production .....	14
II.3. Revue de la littérature sur les méthodes d'estimation de la fonction de coût .....	15
II.3.1. Formes fonctionnelles flexibles .....	15
II.3.1.1. Fonction de coût de Leontief généralisée (Diewert, 1971) .....	15
II.3.1.2. Fonction de coût translog (Christensen, Jorgensen, Lau, 1973) .....	16
II.3.1.3. Fonction quadratique généralisée ou GSRQ (Generalized Square-Root Quadratic) .....	18
II.3.2. Choix d'une forme fonctionnelle flexible .....	20
<b>III. Certaines notions en statistique</b> .....	<b>20</b>
III.1. Position du problème .....	20
III.2. Méthodes d'estimation .....	23
III.2.1. Méthode Zellner simple .....	23
III.2.2. Méthode de Zellner itérative .....	25
III.3. Quel estimateur choisir? .....	26
III.4. Mesure de la qualité d'ajustement du modèle .....	27

III.5. Tests de significativité des paramètres -----	27
III.5.1. Test individuel de Student -----	27
III.5.2. Test global de Fisher -----	28
<b>Chapitre II : Généralités sur les services d'alimentation en eau potable</b> -----	<b>30</b>
<b>I. Présentation générique des services d'alimentation en eau potable</b> -----	<b>30</b>
I.1. Définition de l'eau potable et ses caractéristiques -----	30
I.2. Architecture des services d'alimentation en eau potable -----	32
I.2.1. Les activités du service de l'alimentation en eau potable -----	32
I.2.2. Composantes principales d'un réseau d'approvisionnement en eau potable -----	35
I.3. Structure des coûts de services d'eau potable -----	36
I.4. Spécificités des services d'alimentation en eau potable -----	38
I.4.1. Nature du bien -----	39
I.4.2. Caractéristiques de la production : un monopole naturel porteur de fortes externalités. -----	40
<b>II. Tarification et modes de gestion des services de l'eau potable</b> -----	<b>43</b>
II.1. Tarification de l'eau potable -----	43
II.1.1. Définition de la tarification et ses objectifs -----	43
II.1.2. Types de la tarification de l'eau potable -----	43
II.2. Modes de gestion de l'eau potable -----	46
II.2.1. Gestion publique -----	46
II.2.2. Gestion déléguée -----	47
<b>Chapitre III : Organisation des services d'eau potable en Algérie</b> -----	<b>51</b>
<b>I. État des lieux de la ressource de l'eau en Algérie</b> -----	<b>51</b>
I.1. Caractéristiques de la ressource -----	51
I.2. Bilan des ressources -----	53
I.2.1. Ressources souterraines -----	53
I.2.2. Ressources superficielles -----	53
I.2.3. Ressources non conventionnelles -----	55
I.2.3.1. Réutilisation des eaux usées épurées -----	56
I.2.3.2. Dessalement des eaux de mer -----	56

I.3.Nouvelle politique de gestion de l'eau en Algérie: « gestion intégrée »-----	57
<b>II. Gestion des services de l'eau potable en Algérie-----</b>	<b>59</b>
II.1.Historique de la gestion de services de l'eau potable-----	60
II.2.ADE : Acteur clé de la gestion de service de l'eau potable -----	63
II.3.Financement de service public de l'eau potable -----	64
II.3.1.Evolution de la tarification de l'eau potable -----	64
II.3.2.Coûts de services de l'eau potable-----	68
II.3.3.Facture de l'eau potable et le niveau de subvention -----	70
II.4.Qualité du service public de l'eau potable -----	72
<b>III. Processus des services d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia -----</b>	<b>73</b>
III.1.Présentation de la ville de Béjaia -----	73
III.2.Approvisionnement en eau potable de la ville de Béjaia -----	74
III.3.Gestion des services d'eau potable dans la ville de Béjaia-----	76
III.4.Que fait l'ADE pour nous garantir une eau potable? -----	77
III.5.Les fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable -----	78
 <b>Chapitre IV : Application économétrique sur les coûts d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia-----</b>	 <b>80</b>
<b>I. Description des variables et des données -----</b>	<b>80</b>
I.1.Description des variables -----	80
I.2.Description des données-----	81
<b>II. Estimation des coûts d'alimentation en eau potable -----</b>	<b>84</b>
II.1. Spécification de la fonction de coût variable translog-----	84
II.2.Analyse des résultats d'estimation -----	93
<b>III. Élasticités de substitution des facteurs de production -----</b>	<b>99</b>
III.1.Elasticité de substitution travail - énergie -----	100
III.2.Elasticité de substitution travail-« autres dépenses »-----	102
III.3.Elasticité de substitution énergie-« autres dépenses »-----	104
 <b>Conclusion générale -----</b>	 <b>107</b>

**Bibliographie** ----- 111

**Liste des tableaux et figures** ----- 116

## Liste des acronymes

---

---

ADE : Algérienne Des Eaux

AEP : Alimentation en Eau Potable

AGEP : Agence de l'Eau Potable

ANB : Agence Nationale des Barrages

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

APC : Assemblée Populaire Communale

CV : Coût Variable

DA : Dinars Algérien

DHW : Direction Hydraulique de la Wilaya

DPAT : Direction de Planification et de l'Aménagement des Territoires

EPDEMIA : Entreprise de Production et de Distribution des Eaux Ménagères Industrielles et  
Assainissement

EPE : Etablissements Publics d'Eau

EPIC : Etablissements Publics à caractère Industriel et Commercial

FNEP : Fond National de l'Eau Potable

FNGIRE : Fond National de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau

GSRQ: Generalized Square-Root Quadratic

m<sup>3</sup> : metre cube

MCG : Moindres Carrés Généralisées

MCO : Moindres Carrés Ordinaires

MRE : Ministère des Ressources en Eau

MTH : Maladies à transmission hydriques.

OIEAU : Office International de l'EAU

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National de l'Assainissement

PCN : Plan Comptable National

PR : Prix de revient

SEDAL : Société de Wilaya d'Alger

SONADE : Société nationale de distribution d'eau potable

SURE : Seemingly Unrelated Regression Equation

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée

# *Introduction générale*



## **Introduction générale**

---

La théorie économique nous enseigne que si l'on perçoit le coût en tant que montant qu'il faut payer pour produire ou acquérir un bien ou un service, ce montant sera fortement conditionné par la rareté. Or la rareté est ce qui caractérise dramatiquement l'eau dans de nombreuses régions à travers le monde. Cette rareté s'explique par le caractère limité de la ressource en eau et aussi par l'utilisation irrationnelle de cette dernière dans de nombreux pays. L'eau est un bien vital et indispensable à toute forme de vie, qui ne possède aucun substitut parfait ; ses usages sont multiples : domestiques, industriels, agricoles, etc. Elle occupe une place importante dans notre environnement et constitue un élément fondamental du développement économique, social et culturel dans tous les pays.

Le secteur de l'eau se présente comme un marché de nature monopolistique, au moins pour une partie de ses activités. Par exemple, le transport et la distribution de l'eau potable engendrent des coûts fixes importants, ce qui confère au secteur une structure monopolistique non contestable, similaire à celles d'autres industries en réseau (énergie, téléphone, etc.). La structure monopolistique de ce secteur s'explique par la présence d'économies d'échelle, qui sont justifiées par l'existence des coûts fixes et la nature du transport propre à ce secteur (canalisations et possibilités d'interconnexion). Ceci révèle pourquoi la charge de la production et de la distribution d'eau potable incombe naturellement aux collectivités locales dans la plupart des pays.

Parmi les objectifs des services d'eau potable : produire une eau répondant aux normes de qualité à partir d'une eau brute, la mettre à la disposition des usagers en s'adaptant en permanence à leurs demandes et en préservant la qualité de l'eau durant son séjour dans le réseau. Cette industrie (les services d'eau potable) est un service public caractérisé par une structure de monopole naturel<sup>1</sup>, qui permet de produire plus efficacement, car elle engendre des coûts inférieurs à ceux de plusieurs entreprises se partageant la production. Ces coûts sont engendrés par toutes les différentes opérations liées à la production de l'eau potable, depuis le prélèvement dans le milieu naturel jusqu'au robinet de l'utilisateur, et qui varient selon le contexte local, c'est-à-dire selon les caractéristiques des eaux brutes, la taille du service, la densité des usagers, la topographie, etc.

---

<sup>1</sup> On parle de monopole naturel si et seulement si la fonction de coût est sous-additive (voir chapitre II page 41.)

Dans la plupart des pays les autorités publiques sont responsables de la gestion des services d'eau potable, elles sont propriétaires des infrastructures et choisissent la manière dont le service doit être géré. Elles font appel aussi à des partenaires extérieurs sous la forme de plusieurs types de gestion comme la délégation de service public pour l'exploitation courante et l'entretien du service (contrat d'affermage), parfois même en leur confiant des investissements lourds (contrat de concession).

En Algérie, la gestion de ce service revêt un caractère public, c'est-à-dire que l'eau potable est gérée par les entités publiques qui la distribuent, telle que l'Algérienne des eaux et les différentes régies communales (celles-ci représentent la majeure partie de gestion à l'échelle du territoire national). En ce qui concerne la satisfaction des besoins en eau potable, elle reste toujours insuffisante, aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif, à cause des ressources limitées, rares et inégalement réparties sur le territoire du pays<sup>2</sup>..... Qui rendent difficile l'adéquation besoins-ressources, d'où la nécessité de bien gérer cette ressource.

A partir de ce constat, la connaissance et la maîtrise des coûts des services de l'eau potable sont recommandées aux entreprises de gestion afin de mieux satisfaire la demande en eau. Ces entreprises doivent être rationnelles, en procédant à maximiser la production tout en minimisant les coûts. L'analyse de la structure de ces coûts peut être très utile pour le gestionnaire de service dans la prise de décision d'autant plus que l'eau est une ressource rare et exige des montants importants pour sa mobilisation. L'analyse économétrique des coûts de service d'alimentation en eau potable, à l'aide des outils théoriques et empiriques peut permettre de fournir des informations cruciales sur les économies réalisables en termes de performance des réseaux, sur la gestion de la ressource en eau et sur la nature des incitations à accorder au service dans un contexte de rareté et de fragilité de la ressource.

A cet effet, le présent travail a pour objet une analyse économétrique des coûts des services de l'eau potable en prenant comme cas pratique la ville de Béjaïa ; cette analyse s'appuie sur un modèle empirique à partir d'une base de données relevant de l'Algérienne des eaux de Béjaïa. Le choix de la ville de Béjaïa est dicté essentiellement par les raisons de commodité de travail.

---

<sup>2</sup> Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, projet SNAT 2025 ; bilan sectoriel et spatial. Mission 1rapport 1, juillet 2004. Page 28.

La question principale envisagée dans le présent travail est la suivante : **Comment évaluer le niveau des coûts des services de l'eau potable à l'aide d'un modèle économétrique dans la ville de Béjaia ?**

Des questions secondaires viennent se poser dont :

- Quel est le modèle le plus représentatif de la fonction de coût ?
- Quelle est la part de chaque facteur de production sur le niveau des coûts d'exploitation du service d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia ?
- Quel est le lien existant entre les différents facteurs de production ?

Afin de répondre à ces questions, nous avons formulé l'hypothèse suivante, permettant de préparer d'une manière globale les axes d'investigation retenus dans cette étude :

Hypothèse : L'étude économétrique des coûts des services d'alimentation en eau potable rend les entreprises de gestion plus performantes et efficaces et aide à une meilleure gestion de ses facteurs de production.

L'objectif de ce modeste travail vise à :

- Aborder les techniques de modélisation<sup>3</sup> appliquées dans notre étude qui sont encore très rares dans la littérature économique.
- Fournir un outil d'aide à la gestion des services d'eau potable au niveau de l'entreprise de gestion.

Dans ce travail, nous allons mener une recherche bibliographique et documentaire ayant trait aux différents aspects des services de l'eau potable. Puis en fonction des différentes données collectées au sein de l'Algérienne des eaux de Béjaia concernant l'ensemble des dépenses et des données liées aux services d'alimentation en eau potable pour la ville de Béjaia, nous tenterons d'appliquer une approche empirique pour valoriser et évaluer le niveau de coût de l'eau potable à l'échelle locale.

Ceci nous permettra d'effectuer une modélisation des coûts des services de l'eau potable sur la base des données collectées et de constater les différents résultats et commentaires visés.

---

<sup>3</sup> Telles que les procédures d'estimation de système d'équations simultanées sous contraintes à l'aide de la méthode de Zellner itérative.

Ce mémoire sera articulé en quatre chapitres, comme suit :

Le premier chapitre nous permet de maîtriser les notions fondamentales utilisées dans notre domaine. Il présente le concept de coût d'une manière générale selon l'aspect comptable et économique, les aspects théoriques de la fonction de coût ; basés sur une approche micro-économique, ses concepts théoriques, ses hypothèses de base, les notions : économie d'échelle, déseconomie d'échelle et rendement d'échelle, concept de l'élasticité de substitution des facteurs de production et les différentes formes fonctionnelles d'estimation de la fonction de coût. Les définitions statistiques liées à notre modèle consistent à présenter le modèle sous la forme des équations groupées, les méthodes d'estimation (la méthode de Zellner simple et Zellner itérative) et les tests statistiques de validité du modèle.

Le deuxième chapitre porte sur le contexte des services d'alimentation de l'eau potable, les éléments constituant un réseau d'AEP, les composantes des coûts des services de l'eau potable en insistant aussi sur les aspects caractéristiques d'une industrie en réseau. Après avoir défini de façon détaillée l'eau potable et la technologie de l'AEP, nous nous intéressons aussi aux concepts de la tarification et les différents modes de gestion possible des services d'eau potable.

Le troisième chapitre porte sur l'analyse de la gestion des services d'eau potable en Algérie. Il nous permet de présenter les ressources de l'eau en Algérie, les différentes techniques et politiques liées à la gestion de cette ressource ainsi que le processus de la tarification de l'eau potable en Algérie. A la fin de ce chapitre nous présenterons la gestion des services de l'eau potable au niveau de la ville de Béjaïa qui fera l'objet de notre application.

Le quatrième chapitre sera consacré à une application économétrique des coûts des services de l'eau potable au niveau de la ville de Béjaïa. Cette application porte sur les données temporelles, obtenues mensuellement sur quatre années de 2004 à 2008. À partir d'une forme paramétrique flexible (translog), nous allons estimer la fonction de coût à l'aide de méthodes économétriques adaptées aux données, nous allons modéliser une fonction de coût variable à court terme qui est aussi informative à l'étude de la technologie puis nous analyserons les résultats d'estimation de la fonction de coût. Par la suite nous étudierons les différentes relations qui existent entre les facteurs de production par l'estimation des équations des parts de coût, afin de calculer les différentes élasticités de substitution partielles au sens d'Allen, ensuite nous analyserons les résultats obtenus.

*Chapitre I : Aspects théoriques de la  
fonction de coût et certaines notions  
en statistique*

## **Chapitre I : Aspects théoriques de la fonction de coût et certaines notions en statistique**

---

L'objectif de ce chapitre est d'étudier les aspects théoriques et empiriques de la fonction de coût et certaines notions en statistique à utiliser dans notre travail.

Nous allons rappeler dans un premier lieu l'ensemble de définitions liées aux coûts selon les différentes optiques comptable et économique.

Puis nous allons présenter les aspects théoriques de la fonction du coût basés sur une approche micro-économique, ses concepts théoriques, ses hypothèses de base seront présentés dans le but de déduire les variables pertinentes caractérisant la fonction de coût, puis une emphase sur les notions : économies d'échelle, déséconomies d'échelle et rendements d'échelle, concept de l'élasticité de substitution des facteurs de production, et certaines études empiriques citées comme références de base de la fonction de coût dans le domaine de l'étude en question.

Enfin, nous allons présenter les méthodes d'estimations statistiques dont nous avons besoin dans notre étude, telle que : la méthode SURE (Seemingly Unrelated Regression Equation)<sup>4</sup> et les tests statistiques de validité du modèle.

### **I. Terminologie des coûts**

Plus encore en matière de coût que dans d'autres domaines, il est impératif de définir les concepts utilisés de façon précise. Nous abordons dans cette section, les différents types de coûts, la différence entre un prix et un coût, le prix de revient.

#### **I.1. Typologie des coûts**

Le coût représente la totalité des charges nécessaires à la production d'un bien ou d'un service. Il existe deux optiques de ventilation des coûts, chaque optique correspond à une ou plusieurs typologies de coûts.

##### **I.1.1. Optique comptable**

Sous cette optique un coût est une « somme de charges relatives à un élément défini au sein du réseau comptable »<sup>5</sup>, cet élément peut être un produit ou un service. Selon le Plan Comptable National (PCN), les éléments constitutifs du coût total d'un bien sont en principe

---

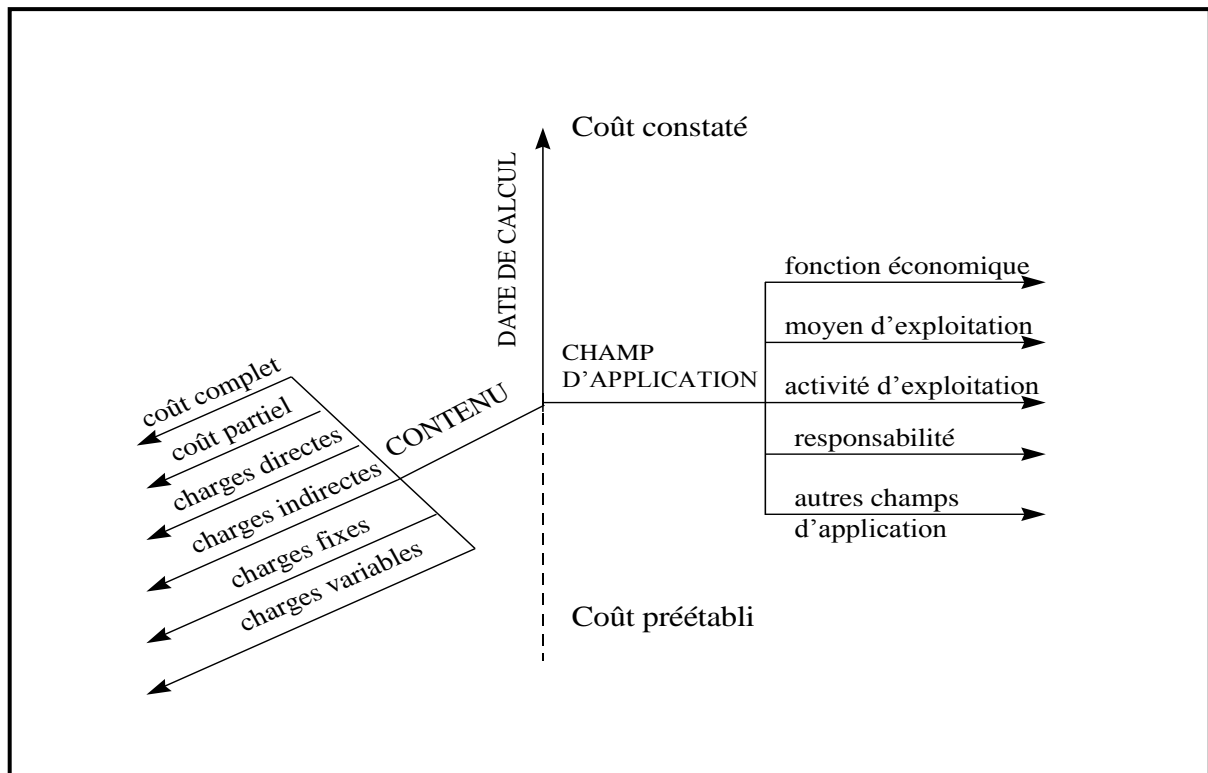
<sup>4</sup> CADORET Isabelle, BENJAMIN Catherine, MARTIN Franck, HERRAD Nadine et TANGUY Steven : Econométrie appliquée ; méthodes applications corrigés. Edition de boeck université, Paris, 2004, page 195.

<sup>5</sup> CHA Gilbert et PIGET Patrick : Comptabilité analytique. Economica, Paris 1998, p ; 25.

les charges saisies en classe 6 de la comptabilité générale, à l'exception des charges hors-exploitation<sup>6</sup>.

D'après le PCN, un coût se définit par trois caractéristiques<sup>7</sup>, voir la figure n°1.

**Figure n° 1** : Espace de définition du coût



Source : Etabli par nous-mêmes à partir du PCN.

D'après cette figure le coût est défini selon les différents champs suivants :

- **Selon le champ d'application**

Les charges peuvent être regroupées selon différents critères

- ✓ Coûts par fonction économique (production, distribution, administration).
- ✓ Coûts par moyen d'exploitation (magasin, usine).
- ✓ Coûts par activité d'exploitation (famille de produits, unité de produit, etc.).
- ✓ Coûts par responsabilité (directeur général, directeur technique, directeur commercial).
- ✓ Coûts par groupe de clients et par région.

<sup>6</sup> SAHRAOUI Ali ; comptabilité analytique de gestion ; exercices et études de cas corrigés, BERTI Editions, Alger, 2004, p ; 19-24.

<sup>7</sup> BERNARD Colasse : Encyclopédie de comptabilité, contrôle de gestion et audit. Economica, Paris, 2000, P ; 559.

- **Selon le continu du coût**

Les différents niveaux de coûts impliquent les distinctions suivantes

- ✓ **Coût complet / Coût partiel**

Le coût complet incorpore l'ensemble des charges supportées par un élément, par contre le coût partiel ne contient qu'un certain niveau de charges jugé utile suivant l'objectif poursuivi (le reste des charges est traité en sous-ensemble).

- ✓ **Coûts directs / Coûts indirects**

Les coûts directs sont constitués par les charges que l'on peut affecter "immédiatement", c'est-à-dire sans calcul intermédiaire au coût d'un produit (exemple : matière première), par contre les coûts indirects ne sont pas affectables directement, ils nécessitent plutôt un calcul intermédiaire pour être imputés au coût d'un produit déterminé (exemple : loyer des bâtiments).

- ✓ **Coûts fixes / Coûts variables**

Les coûts fixes correspondent aux dépenses engendrées par les facteurs fixes, ils sont indépendants des quantités produites (exemple : remboursements d'emprunt, impôts) par contre les coûts variables représentent l'ensemble des charges qui varient avec la production du bien considéré.

- **Selon la date de calcul**

Un coût, quelque soit son contenu, peut être mesuré sur une période estimée, prévu sur la base d'hypothèses particulières etc. La date de calcul permet, entre autres, la distinction entre le coût constaté qui correspond au prix auquel "on paie les choses" ex post alors que le coût préétabli correspond à un coût calculé ex ante ». Ces coûts sont calculés a priori en vue de faire apparaître distinctement les écarts entre les charges réelles et les charges prévues.

### **I.1.2. Optique économique**

Dans cette optique, plusieurs notions de coût peuvent être distinguées

- ✓ **Coûts explicites / Coûts implicites**

Les coûts explicites sont des sommes dépensées par l'entreprise en contrepartie de l'acquisition des facteurs de production qu'elle utilise pour produire des biens et services. Ils apparaissent dans les états financiers de l'entreprise. Exemples : Salaires, loyer, achat de matières premières, d'électricité, intérêts sur le capital emprunté, impôts, taxes, etc. Par contre les coûts implicites représentent la valeur des facteurs de production qui sont la propriété de l'entreprise et utilisés par celle-ci pour son usage, mais qui n'ont pas été payés en numéraire.



Ils n'apparaissent pas dans les états financiers de l'entreprise, car aucun décaissement (aucune sortie de fonds) n'est associé à un coût implicite. Donc une entreprise supporte des coûts implicites quand elle utilise les facteurs de production suivant : capital de l'entreprise, stocks, ressources du propriétaire ....

✓ **Coût d'opportunité**

La question de coût d'opportunité se pose du fait que dans un monde de rareté, choisir une chose signifie renoncer à une autre, qui est égal à la valeur du bien ou du service à laquelle on a renoncé, il est noter que ce coût n'est pas enregistré dans la comptabilité de l'entreprise<sup>8</sup>.

Exemple : Le coût d'opportunité de l'utilisation d'une capacité de production limitée (rare) pour fabriquer un produit X est le revenu auquel on renonce en ne l'affectant pas au meilleur usage alternatif qui est de fabriquer le produit Y.

✓ **Coûts de production liés au facteur de temps**

Les coûts de production ne sont pas seulement déterminés par le niveau de production mais aussi par la période de production. On distingue les coûts en courte période et les coûts en longue période :

-En courte période, une distinction s'impose entre les facteurs de production, elle tient dans la proportion, fixe ou variable, qui sont combinés dans le processus de production<sup>9</sup>. Les coûts fixes représentent l'ensemble des dépenses, qui sont relativement indépendantes du niveau de production (même au niveau de production zéro), comme ; bâtiments, l'intérêt sur le capital emprunté, les impôts fonciers, les assurances, les loyers des locaux utilisés, etc. Par contre les coûts variables représentent l'ensemble des charges dont le montant varie en fonction de la quantité produite comme les matières premières, marchandises, certaines charges sociales, les salaires, les frais de transport, etc.

-En longue période, tous les facteurs de production sont variables y compris la dimension de l'usine (le facteur de capital), dans ce cas le coût total est égale au coût variable.

✓ **Coût total /moyen /marginal**

Le coût total représente la dépense totale minimale nécessaire pour donner naissance à chaque niveau de produit. Le coût moyen (coût unitaire) est le rapport du coût sur la quantité produite (coût/quantité). Le coût marginal est le coût supplémentaire supporté par l'entreprise pour produire une unité supplémentaire, c'est-à-dire le coût d'une unité additionnelle produite.

---

<sup>8</sup> BERNARD Colasse, Op.Cit, page 572.

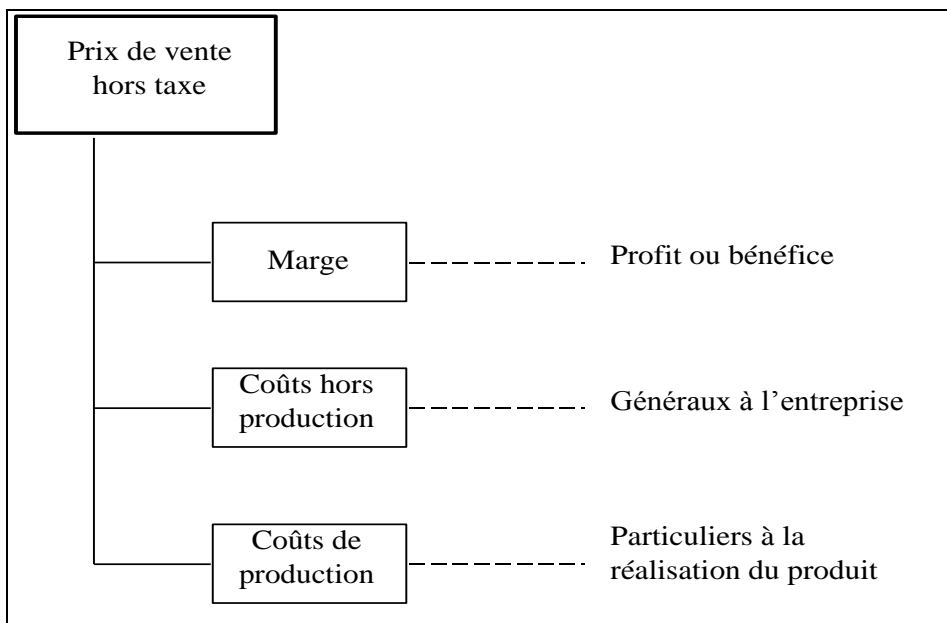
<sup>9</sup> DUBOIS Philippe : Introduction à la microéconomie ; cours et exercices. Ellipses, Paris, 1997. Page 120.

## I.2. Différence entre le coût et le prix

Bien que parfois confondus dans le langage courant, les termes coût et prix, recouvrent des significations différentes. Nous reprenons les définitions générales suivantes :

Un prix correspond à l'équivalent monétaire d'un produit (biens ou service), lors d'une transaction sur un marché, il est donc régi par les lois du marché, dans une économie libérale ce sont l'offre et la demande qui déterminent le prix. Dans une entreprise, le mot prix s'applique aux transactions avec l'extérieur : prix d'achat, prix de vente. Par contre un coût correspond à un certain niveau de dépense consenti par l'entreprise, pour réaliser un bien ou un service. Ainsi, la notion de prix fait référence à un échange entre deux acteurs qui sont le vendeur et le client, tandis que la notion de coût est interne à l'entreprise. La figure n°2 fournit la décomposition d'un prix d'après le PCN.

Figure n° 2 : Décomposition d'un prix

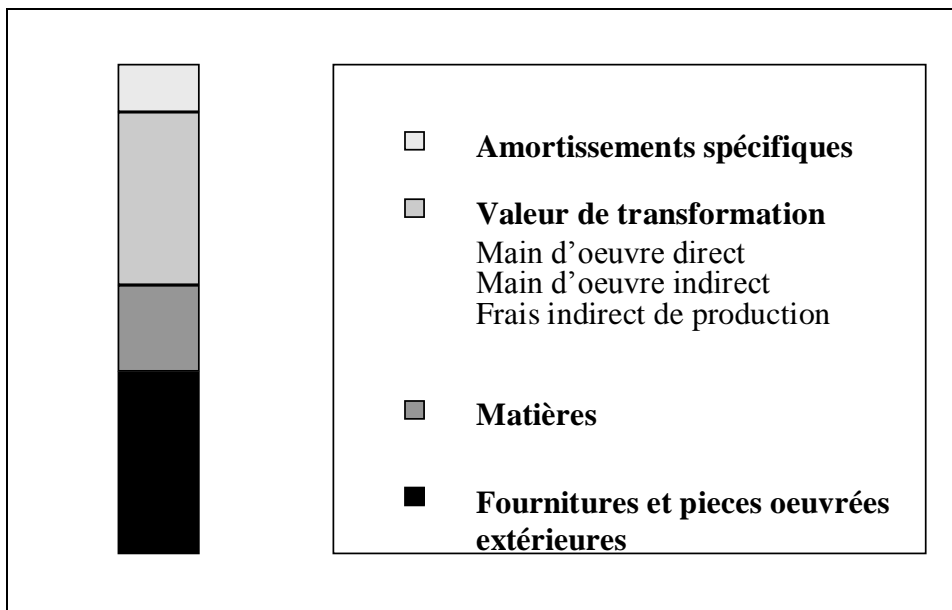


Source: P.C.N in JUAN Sandrine, thèse de Doctorat en sciences économiques (1992) : *Les modélisations économétriques d'estimation de coût dans l'industrie automobile : L'apport des techniques de Bootstrap*, page 69.

### I.3.Prix de revient

Le Prix de Revient (PR) est un rassemblement de charges encourues pour réaliser un produit ou un service<sup>10</sup>, c'est-à-dire le coût qui intègre toutes les charges consommées jusqu'au stade final de l'élaboration du bien. La figure n° 3 représente ses principaux niveaux de coûts et les agrégats qui les composent selon le plan comptable national.

**Figure n°3 :** Composants d'un prix de revient



Source: P.C.N in JUAN Sandrine, thèse de Doctorat en sciences économiques (1992) : *Les modélisations économétriques d'estimation de coût dans l'industrie automobile : L'apport des techniques de Bootstrap*, p 72.

D'après cette figure, le prix de revient est composé de coûts d'achat de matière et de pièces œuvrées extérieures, les amortissements des machines et outillages nécessaires à la production du bien, et d'une valeur de transformation. Cette dernière représente le coût en hommes, en machines, en énergie,... nécessaire pour transformer un produit brut en produit fini, elle comprend le coût de la main d'œuvre direct et indirect : salaires et charges sociales des personnels d'atelier ou liés directement ou indirectement à l'élaboration du produit et les frais indirects de production (coûts des matières consommables, énergie).

## II. Développement théorique et méthodes d'estimation de la fonction de coût

Cette section présente les aspects théoriques de la fonction du coût basés sur une approche micro-économique et les différentes formes fonctionnelles d'estimation de la fonction de coût.

<sup>10</sup> BERNARD Colasse, Op. Cit, page 559.

## II.1.Aspects théoriques de la fonction de coût

Nous présentons dans cette sous-section, les aspects théoriques de la fonction de coût selon l'approche micro-économique : ses concepts théoriques, ses hypothèses de base, les notions ; économie d'échelle, déséconomie d'échelle et rendement d'échelle.

### II.1.1.Définition de la fonction de coût

La fonction de coût « explique la relation entre les dépenses en facteurs de production et le volume de production à réaliser, les prix unitaires des facteurs étant connus et le producteur supposé rationnel »<sup>11</sup>, c'est-à-dire qu'elle mesure le coût minimal de production d'un niveau déterminé d'output pour des prix des facteurs donnés.

De manière analytique, cette fonction est déduite du programme suivant<sup>12</sup> :

$$c(y, w) = \min_{x_i} \sum_{i=1}^n x_i w_i$$

Sous la contrainte  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  .

Où  $c$  représente la fonction de coût,  $y$  le niveau de production,  $w$  le vecteur dont les composantes sont positives en prix des  $n$  inputs ( $w = (w_1, \dots, w_i, \dots, w_n)$ ),  $x$  le vecteur dont les composantes positives en quantités utilisées des  $n$  facteurs de production ( $x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$ ) .

Le producteur pour un vecteur de prix donné, essaiera de minimiser le coût de production d'une certaine quantité d'output  $y$ .

La théorie économique nous enseigne que la fonction de coût considère comme un instrument d'analyse le comportement d'une entreprise. On distingue deux fonctions de coûts :

- La fonction de coût à court terme : Elle est définie comme le coût minimum de production d'un niveau donné d'output quand on ajuste uniquement les facteurs de production variables (les facteurs fixes ne changent pas).

- La fonction de coût à long terme : Elle représente le coût minimum de production d'un niveau donné d'output, quand on peut ajuster tous les facteurs de production (tous les facteurs de production sont variables y compris les facteurs fixes).

---

<sup>11</sup> DUTHIL Gérard & VANHAECKE Dominique : Initiation à la microéconomie. Ellipses, Paris, 1995 ; p 100.

<sup>12</sup> CADORET Isabelle, BENJAMIN Catherine, MARTIN Franck, HERRAD Nadine et TANGUY Steven : Op. Cit, page 218.

### II.1.2. Propriétés fondamentales de la fonction de coût

Le modèle néoclassique implique que la fonction de coût a les propriétés suivantes :

**- Propriété de dérivation de la fonction de coût selon le lemme de Shephard**

Selon le lemme de Shephard, la première dérivée de la fonction de coût par rapport au prix d'un input est égale à la quantité d'input nécessaire pour produire l'output en minimisant le

coût<sup>13</sup>, c'est-à-dire :  $\frac{\partial c(y, w)}{\partial w_i} = x_i(y, w)$  Si  $w_i > 0 \quad \forall i = 1, \dots, n$  Où  $x_i(y, w)$  définit la demande

conditionnelle de facteur de l'entreprise ou la quantité optimale d'input  $i$ .

**- Propriété de monotonie**

La fonction de coût est évidemment croissante avec le prix de chaque facteur de production, puisque pour un vecteur d'input  $x$  donnée, la hausse du prix  $w_i$  de l'input  $i$  augmente le coût total de production.

Analytiquement, cette propriété est interprétée que les parts de chaque facteur de production

sont non négatives :  $s_i = \frac{\partial c(y, w)}{\partial w_i} \geq 0$

$s_i$  : représente la part du facteur  $i$  dans le coût total, c'est la dérivée de la fonction du coût  $c(y, w)$  par rapport au prix de facteur de production  $w_i$ .

**- Contrainte de symétrie de la matrice des dérivées secondes**

La matrice des dérivées secondes de la fonction de coût (la matrice des dérivées premières des fonctions de demande de facteur) par rapport aux prix des facteurs de production est une matrice symétrique

$$\frac{\partial^2 c(y, w)}{\partial w_i \partial w_j} = \frac{\partial^2 c(y, w)}{\partial w_j \partial w_i} = \frac{\partial x_i(y, w)}{\partial w_j} = \frac{\partial x_j(y, w)}{\partial w_i} \quad \forall i, j = 1, \dots, n$$

**- Propriété d'homogénéité de degré un par rapport aux prix des facteurs de production**

La fonction de coût doit être homogène de degré 1 par rapport aux prix des facteurs de production, cette propriété signifie qu'une augmentation de tous les prix dans une certaine proportion doit augmenter le coût dans la même proportion. C'est-à-dire, si tous les prix des

---

<sup>13</sup> JOHNSTON.J : Méthodes économétriques, tome 2. Economica, Paris, 1988. Page 396.

facteurs de production sont multipliés par un scalaire  $\lambda$ , alors le coût total nécessaire pour produire un niveau de production identique  $y$  est aussi multiplié par ce coefficient  $\lambda$ .

$$c(y, \lambda w_1, \dots, \lambda w_n) = \lambda c(y, w_1, \dots, w_n) \quad \forall \lambda > 0, \forall (y, w).$$

### II.1.3. Notions économie d'échelle, déséconomie d'échelle et rendement d'échelle

#### - Economie d'échelle

C'est l'ensemble des facteurs qui expliquent que lorsque la taille d'équipement d'une entreprise augmente, le coût moyen de longue période diminue<sup>14</sup>. A cause des facteurs suivants, soit les facteurs internes par exemple le progrès en organisation sur le plan de la gestion (contrôle, planification des activités, gestion des stocks), le soutien financier d'activités de recherche et de développement. Soit les facteurs externes comme le contrôle sur les marchés d'approvisionnement et de distribution, les publicités efficaces, son environnement (relations privilégiées avec les pouvoirs publics, subvention...).

#### - Déséconomie d'échelle

C'est l'ensemble des facteurs qui expliquent que plus la taille d'équipement de l'entreprise est grande plus le coût moyen de longue période augmente<sup>15</sup>. Cette évolution des coûts est due aux problèmes de lourdeurs administratives, de mauvaises transmissions de l'information, aux problèmes syndicaux ....

#### - Rendement d'échelle

Il exprime le rapport qui existe entre l'accroissement proportionnel des facteurs de production et l'accroissement induit de la production. Trois possibilités de rendements d'échelle se présentent<sup>16</sup> :

- ✓ Rendement d'échelle constant : lorsque la production varie dans la même proportion que celle des facteurs de production utilisés.
- ✓ Rendement d'échelle croissant : lorsque la production varie de façon plus importante que la variation des facteurs de production utilisés, la production d'une unité supplémentaire s'accompagne alors d'une baisse du coût unitaire, on parle dans ce cas là d'**économie d'échelle**.

---

<sup>14</sup> DUBOIS Philippe. Op. Cit. Page 126.

<sup>15</sup> Idem, page 127.

<sup>16</sup> MANSFIELD Edwin : Economie appliquée à la Gestion. Economica, Paris, Janvier 1996. Page 210.

- ✓ Rendement d'échelle décroissant : lorsque la production varie de façon moins importante que la variation des facteurs de production utilisés. Ceci signifie que le coût marginal va en s'accroissant (plus on produit et plus il est coûteux de produire une unité supplémentaire) ou qu'il faut plus de facteurs pour produire une unité. Lorsque les rendements deviennent négatifs, on parle de **gaspillage d'échelle** ou **déséconomie d'échelle**.

## II.2.Élasticité de substitution des facteurs de production

L'étude de la nature de liaison entre les facteurs de production est au centre des préoccupations des modélisateurs, elle fait appel au calcul d'élasticité partielle de substitution au sens d'Allen. Cette élasticité est utilisée pour décrire la nature de relation de substituabilité ou de complémentarité existante entre deux facteurs de production  $i$  et  $j$ . Elle est donnée sous la formule suivante <sup>17</sup> :

$$\sigma_{ij} = \frac{c c_{ij}}{c_i c_j} \quad i \neq j$$

$$\Rightarrow \sigma_{ij} = 1 + \frac{a_{ij}}{s_i s_j} \quad i \neq j$$

Où  $c$  représente la fonction de coût,  $c_{ij}$  sa dérivée seconde par rapport aux prix des facteurs de production  $i$  et  $j$   $\left( c_{ij} = \frac{\partial^2 c}{\partial w_i \partial w_j} \right)$ ,  $c_i$  et  $c_j$  ses dérivées premières  $c_i = \partial c / \partial w_i$ ,  $c_j = \partial c / \partial w_j$

Cette élasticité est symétrique. Elle nous renseigne les relations existantes entre les facteurs de production comme suit :

- Si  $\sigma_{ij}$  est négatif, les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont complémentaires.
- Si  $\sigma_{ij}$  est positif, les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont substituables.
- Si  $\sigma_{ij}$  est égal à zéro, les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont parfaitement complémentaires.
- Si  $\sigma_{ij}$  tend vers l'infini, les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont parfaitement substituables.

---

<sup>17</sup> Cette élasticité est calculée après l'estimation des deux parts des facteurs de production simultanément.

### II.3.Revue de la littérature sur les méthodes d'estimation de la fonction de coût

Depuis une vingtaine d'années, le développement de la théorie de la fonction de coût et son application dans l'analyse économique s'explique par l'élaboration de différentes formes fonctionnelles pour l'estimer. A ce propos, nous présentons les formes fonctionnelles flexibles<sup>18</sup>.

#### II.3.1.Formes fonctionnelles flexibles

Les formes fonctionnelles flexibles sont des fonctions utilisées pour estimer la fonction de coût, elles sont caractérisées par une élasticité variable sur toute la période d'observation, ce qui permet de généraliser leur utilisation<sup>19</sup>. On peut citer trois fonctions:

##### II.3.1.1.Fonction de coût de Leontief généralisée (Diewert, 1971)

Cette fonction est connue sous le nom de fonction de Leontief généralisée, ou encore fonction AMS en référence aux auteurs qui en sont à l'origine : ALLEN, Mc FADDEN et SAMUELSON.

Cette fonction se présente sous la forme suivante :

$$c(w_1, w_2, \dots, w_n, y) = \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i^{\frac{1}{2}} w_j^{\frac{1}{2}} \right) y \text{ Avec } a_{ij} = a_{ji} \text{ avec } w_i \geq 0, w_j \geq 0, y \geq 0$$

Elle possède n inputs dont les prix sont :  $w_1, w_2, \dots, w_n$  et y représente le niveau d'output.

La demande conditionnelle de facteur i (c'est-à-dire la dérivée partielle de la fonction de coût par rapport à i) est de la forme :

$$X(w, y) = \frac{\partial c}{\partial w_i} = y \sum_j a_{ij} \left( \frac{w_j}{w_i} \right)^{\frac{1}{2}} = s_i$$

Pour  $i=1,2,\dots,n$  avec  $w_i > 0$

Cette expression permet d'estimer les coefficients  $a_{ij}$  puis d'en déduire les élasticités partielles de substitution au sens d'Allen  $\sigma(i, j)$  entre deux facteurs i et j par la formule suivante:

---

<sup>18</sup> Le terme flexible signifie que les élasticités de substitution calculées ne sont pas fixes.

<sup>19</sup> POIRIER François: Théorie et mise en œuvre de la fonction translog dans la modélisation énergétique. Thèse de doctorat en sciences économiques, université de droit, d'économie et de sciences sociales de Paris 2, 1987, page 72.



$$\sigma_{ij} = \frac{c \cdot (\delta^2 c / \delta w_i \delta w_j)}{(\delta c / \delta w_i)(\delta c / \delta w_j)}$$

$$\sigma_{ij} = a_{ij} \frac{(w_i w_j)^{\frac{1}{2}}}{2s_i s_j} \quad \forall (i, j), i \neq j$$

$s_i$  représente la part optimale de dépense de chaque facteur de production.

Cette élasticité dépend des coefficients estimés, des prix des inputs, ainsi que des parts des dépenses ( $s$ ) de chaque facteur dans le coût total.

### II.3.1.2. Fonction de coût translog (Christensen, Jorgensen, Lau, 1973)

Christensen-Jorgensen et Lau (1973), ont introduit la forme fonctionnelle translog, en proposant l'approximation du logarithme de la fonction de coût par une expansion en série de Taylor autour d'un point de référence.

La fonction de coût dite "translog" (transcendental logarithmic), ayant comme arguments :

$y$  le niveau de production et  $w$  le vecteur prix des  $n$  facteurs de production ( $w = (w_1, \dots, w_i, \dots, w_n)$ ).

Elle est définie par :

$$\ln c(y, w) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \ln w_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \ln w_i \ln w_j + a_y \ln y + \frac{1}{2} a_{yy} (\ln y)^2 + \sum_{i=1}^n a_{iy} \ln w_i \ln y$$

Où  $a_0, a_i, a_{ij}, a_y, a_{yy}$  et  $a_{iy}$  sont les paramètres à estimer.

En utilisant le lemme de Shephard, nous pouvons directement déduire les fonctions de demande des facteurs à partir de la fonction de coût translog :

Soit  $x_i$  représentant la quantité d'input  $i$  nécessaire pour produire l'output  $y$  et en minimisant le coût, le lemme de Shephard nous permet d'écrire :

$$s_i = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln w_i} = \frac{w_i x_i}{c}$$

$$\text{Donc } s_i = a_i + a_{iy} \ln y + \sum_j^n a_{ij} \ln w_j$$

$w_i$  : Le prix de production  $i$

$x_i$  : La quantité d'input  $i$

$c$  : Le coût total

Avec 
$$\sum_i^n w_i x_i = c$$

Et 
$$\sum_{i=1}^n s_i = \frac{1}{c} \sum_i^n w_i x_i = \frac{c}{c} = 1$$

-Propriétés de la fonction de coût translog

- Propriété d'asymétrie :

$$a_{ij} = a_{ji} ; \forall (i, j), i \neq j$$

- Propriété d'homogénéité : la fonction de coût doit être homogène de degré 1 par rapport aux prix, c'est-à-dire :

$$\ln c(y, \lambda w_1, \dots, \lambda w_n) = \lambda \ln c(y, w_1, \dots, w_n) \quad \forall \lambda > 0, \forall (y, w)$$

Ce qui consiste à imposer les restrictions suivantes<sup>20</sup> :

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1, \sum_{i=1}^n a_{iy} = 0, \sum_{i=1}^n a_{ij} = 0, \forall j = 1, \dots, n \text{ et } \sum_{j=1}^n a_{ij} = 0, \forall i = 1, \dots, n$$

Les élasticités de substitution au sens d'Allen peuvent être obtenues par la formule suivante :

$$\sigma_{ij} = \frac{c(\partial^2 c / \partial w_i \partial w_j)}{(\partial c / \partial w_i)(\partial c / \partial w_j)} \quad i \neq j$$

après le développement de cette formule nous avons trouvé

que : 
$$\sigma_{ij} = 1 + \frac{a_{ij}}{s_i s_j} \quad \text{pour } i \neq j \text{ Où } a_{ij} = \frac{\partial^2 \ln c}{\partial \ln w_i \partial \ln w_j} = \frac{\partial s_i}{\partial \ln w_j}$$

Cette élasticité s'exprime en fonction des coefficients estimés et des parts de dépenses. Ces élasticités varient au cours du temps par l'intermédiaire des parts de dépense.

Dans le cas  $a_{ij} = 0$ , la fonction de translog est rigide (n'est pas flexible sur la période observée) elle correspondre à la fonction de Cobb-Douglas et  $\sigma_{ij} = 1$ <sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Après une démonstration mathématique faite sur ces résultats, en référence au livre ; CADORET Isabelle, BENJAMIN Catherine, MARTIN Franck, HERRAD Nadine et TANGUY Steven : Op. Cit, page ; 223-224.

<sup>21</sup> POIRIER François, Op cit, page 89.

### II.3.1.3. Fonction quadratique généralisée ou GSRQ (Generalized Square-Root Quadratic)

Cette fonction s'écrit sous la forme :

$$c = \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i w_j \right]^{\frac{1}{2}} * y \quad \forall (i, j) \in \{1, n\}^2 \text{ et } i \neq j$$

La demande conditionnelle du facteur  $i$  (c'est-à-dire la dérivée partielle de la fonction de coût par rapport à  $i$ ) est de la forme :

$$X(w, y) = s_i = \frac{\partial c}{\partial w_i} = \frac{1}{\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i w_j \right]} \sum_j a_{ij} w_i w_j$$

Les élasticités partielles de substitution s'écrivent:

$$\sigma_{ij} = \frac{a_{ij} w_i w_j}{\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i w_j \right] * s_i * s_j} - 1$$

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques principales de chaque forme fonctionnelle flexible.

Tableau n° 1 : Récapitulatif des formes fonctionnelles flexibles.

Fonction de coût de Leontief généralisée	Fonction de coût translog	Fonction quadratique généralisée (GSRQ)
$c(w_1, w_2, \dots, w_n, y) = \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i^{\frac{1}{2}} w_j^{\frac{1}{2}} \right)$ $s_i = X(w, y) = \frac{\partial c}{\partial w_i} = y \sum_j a_{ij} \left( \frac{w_j}{w_i} \right)^{\frac{1}{2}}$ $\sigma_{ij} = a_{ij} \frac{(w_i w_j)^{\frac{1}{2}}}{2 s_i s_j} \text{ pour } i \neq j$	$\ln c(y, w) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \ln w_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \ln w_i \ln w_j + a_y \ln y + \frac{1}{2} a_{yy} (\ln y)^2 + \sum_{i=1}^n a_{iy} \ln w_i \ln y$ $s_i = a_i + a_{iy} \ln y + \sum_j a_{ij} \ln w_j$ $\sigma_{ij} = 1 + \frac{a_{ij}}{s_i s_j} \text{ pour } i \neq j$	$c = \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i w_j \right]^{\frac{1}{2}} * y \quad \forall (i, j), i \neq j$ $s_i = X(w, y) = \frac{\partial c}{\partial w_i} = \frac{1}{\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i w_j \right]} \sum_j a_{ij} w_i w_j$ $\sigma_{ij} = \frac{a_{ij} w_i w_j}{\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_i w_j \right]} * S_i * S_j - 1 \text{ pour } i \neq j$

Source : Réalisé par nous-mêmes sur la base des définitions précédentes

### II.3.2. Choix d'une forme fonctionnelle flexible

Plusieurs études empiriques ayant pour but de comparer les avantages respectifs de ces fonctions, ont abouti à conclure que la fonction translog est la meilleure fonction par rapport aux autres, car c'est une fonction plus facile à pratiquer et à vérifier d'une manière suffisante les propriétés de base de la fonction de coût. Par contre les autres fonctions leur pratique est assez complexe.

La multiplicité des travaux réalisés sur la base de la fonction translog s'explique largement par sa facilité de mise en application. Elle est donc un instrument économétrique particulièrement bien adapté à l'étude des technologies comportant des facteurs de production.

## III. Certaines notions en statistique

Nous présentons dans cette section certaines notions en statistique à utiliser dans notre étude pratique : les méthodes d'estimation, la mesure de la qualité d'ajustement du modèle et les tests utilisés.

### III.1. Position du problème

L'estimation des modèles présentés précédemment nécessite la mise en œuvre de méthodes dites d'estimation groupée, car les méthodes classiques (MCO) d'estimation équation par équation ne permettent pas de tenir compte des contraintes de symétrie des coefficients inter équations (propriété de la fonction de coût). Ce qui fait appel à des méthodes d'estimation SURE (Seemingly Unrelated Regression Equations), s'appellent aussi méthodes de Zellner conformément au titre donné par Zellner.

La méthode de Zellner permet de tenir compte des corrélations entre les erreurs inter-équations dans la même observation. Cette méthode consiste à appliquer la méthode des Moindres Carrées Généralisées (MCG) sur le système d'équations considérées.

Le modèle à estimer pour un système composé de  $n$  équations et chaque équation dispose de  $T$  observations et  $K_i-1$  nombre des variables explicatives, est le suivant :

$$\underbrace{y_i}_{(T,1)} = \underbrace{X_i}_{(T,K_i)} \underbrace{B_i}_{(K_i,1)} + \underbrace{\varepsilon_i}_{(T,1)} \quad i = 1, \dots, n \quad \dots \dots \dots (1).$$

$K_i-1$  : nombre des variables explicatives dans l'équation  $i$ .

$y_i$  : un vecteur  $(T, 1)$

$X_i$  : une matrice  $(T, K_i)$

$B_i$  : un vecteur  $(K_i, 1)$

$\varepsilon_i$  : un vecteur aléatoire  $(T, 1)$

Le système composé de  $n$  équations du type (1) peut s'écrire sous la forme matricielle:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & X_3 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \cdots & \cdots & X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Ou encore :

$$y = X B + \varepsilon$$

Pour une observation  $it$  le modèle s'écrit :

$$\begin{aligned} y_{it} &= B_1 + B_2 x_{2it} + \cdots + B_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \\ &= [B_1, B_2, \cdots, B_k] \begin{bmatrix} 1 \\ x_{2it} \\ \vdots \\ x_{kit} \end{bmatrix} + \varepsilon_{it} \\ &= B'_i X_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

L'estimateur des MCO équation par équation, chaque équation comportant  $T$  observations est efficace lorsque les hypothèses suivantes sur les aléas sont respectées :

- $E(\varepsilon_{it}) = 0$  (l'espérance des aléas est égale à 0)
- $Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{it'}) = E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{it'}) = 0 \quad t \neq t'$
- $V(\varepsilon_{it}) = E(\varepsilon_{it}^2) = \sigma_i^2$
- $Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt'}) = E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt'}) = 0 \quad i \neq j, \forall t, t'$

Sous ces hypothèses, la matrice de variance-covariance des aléas du système s'écrit :

$$Var(\varepsilon) = E(\varepsilon\varepsilon') = \begin{pmatrix} E(\varepsilon_1\varepsilon_1') & E(\varepsilon_1\varepsilon_2') & \dots & \dots & E(\varepsilon_1\varepsilon_n') \\ E(\varepsilon_2\varepsilon_1') & E(\varepsilon_2\varepsilon_2') & \dots & \dots & E(\varepsilon_2\varepsilon_n') \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E(\varepsilon_n\varepsilon_1') & E(\varepsilon_n\varepsilon_2') & \dots & \dots & E(\varepsilon_n\varepsilon_n') \end{pmatrix}$$

⇒

$$Var(\varepsilon) = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 I & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 I & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \sigma_n^2 I \end{pmatrix}$$

Avec  $\varepsilon'$  la transposée du vecteur  $\varepsilon$

$$\varepsilon' = \left( \underbrace{\varepsilon_{11}, \dots, \varepsilon_{1T}}_{\varepsilon'_1} \dots \dots \dots \underbrace{\varepsilon_{n1}, \dots, \varepsilon_{nT}}_{\varepsilon'_n} \right)$$

Les éléments  $E(\varepsilon_i\varepsilon_i')$  et  $E(\varepsilon_i\varepsilon_j')$  de la matrice  $Var(\varepsilon)$  sont des matrices :

Les éléments  $E(\varepsilon_i\varepsilon_i')$  correspondent à la matrice de variance-covariance des aléas d'une équation :

$$E(\varepsilon_i\varepsilon_i') = \begin{pmatrix} E(\varepsilon_{i1}^2) & E(\varepsilon_{i1}\varepsilon_{i2}) & \dots & \dots & E(\varepsilon_{i1}\varepsilon_{iT}) \\ E(\varepsilon_{i2}\varepsilon_{i1}) & E(\varepsilon_{i2}^2) & \dots & \dots & E(\varepsilon_{i2}\varepsilon_{iT}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E(\varepsilon_{iT}\varepsilon_{i1}) & E(\varepsilon_{iT}\varepsilon_{i2}) & \dots & \dots & E(\varepsilon_{iT}^2) \end{pmatrix} = \sigma_i^2 I$$

L'élément  $E(\varepsilon_i\varepsilon_j')$  donne la matrice des covariances des aléas inter-équations

$$E(\varepsilon_i \varepsilon_j') = \begin{pmatrix} E(\varepsilon_{i1} \varepsilon_{j1}) & E(\varepsilon_{i1} \varepsilon_{j2}) & \cdots & \cdots & E(\varepsilon_{i1} \varepsilon_{jT}) \\ E(\varepsilon_{i2} \varepsilon_{j1}) & E(\varepsilon_{i2} \varepsilon_{j2}) & \cdots & \cdots & E(\varepsilon_{i2} \varepsilon_{jT}) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ E(\varepsilon_{iT} \varepsilon_{j1}) & E(\varepsilon_{iT} \varepsilon_{j2}) & \cdots & \cdots & E(\varepsilon_{iT} \varepsilon_{jT}) \end{pmatrix} = 0 \quad i \neq j$$

Lorsque les corrélations des aléas inter-équations sont non nulles, l'estimateur des MCO n'est pas efficace. On applique dans ce cas la méthode de Zellner appelée également la méthode SURE. Il s'agit de la méthode des Moindres Carrées Généralisées (MCG) appliquée à un système de  $n$  équations.

### III.2.Méthodes d'estimation

Il existe deux méthodes d'estimation : méthode Zellner simple et méthode Zellner itérative, qui sont utilisées généralement pour l'estimation de la fonction de coût<sup>22</sup>.

#### III.2.1.Méthode Zellner simple

En effet le système ( $S$ ) s'écrit comme suit :

$$\underbrace{\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}}_{\substack{Y \\ (nT,1)}} = \underbrace{\begin{bmatrix} X_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & X_3 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \cdots & \cdots & X_n \end{bmatrix}}_{\substack{X \\ (nT,nK)}} + \underbrace{\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix}}_{\substack{B \\ (nK,1)}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}}_{\substack{\varepsilon \\ (nT,1)}}$$

Dans ce système les variables explicatives sont toutes exogènes et les aléas inter-équations sont corrélés à une même période.

$$\begin{aligned} Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) &= E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) = \sigma_{ij} \quad i \neq j \\ \Rightarrow E(\varepsilon_i \varepsilon_j') &= \sigma_{ij} I \quad i \neq j \end{aligned}$$

<sup>22</sup> L'estimation de la fonction de coût s'effectue sous forme d'un système, contenant la fonction de coût et les équations des parts de coût, afin de tenir en compte ses propriétés de base.



$$E(\varepsilon_i \varepsilon_j') = \begin{pmatrix} \sigma_{ij} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{ij} & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \sigma_{ij} \end{pmatrix} = \sigma_{ij} I$$

Dans ce cas, la matrice de variance-covariance des aléas du système est donnée par :

$$Var(\varepsilon) = \begin{pmatrix} \sigma_{11}^2 I & \sigma_{12} I & \dots & \dots & \sigma_{1n} I \\ \sigma_{21} I & \sigma_{22}^2 I & \dots & \dots & \sigma_{2n} I \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} I & \sigma_{n2} I & \dots & \dots & \sigma_{nn}^2 I \end{pmatrix} = \psi$$

Et la méthode de Zellner consiste à appliquer les MCG sur le système (S) :

$$\hat{B}_{SURE} = (X' \psi^{-1} X)^{-1} (X' \psi^{-1} Y)$$

$$E(\hat{B}_{SURE}) = B$$

$$Var(\hat{B}_{SURE}) = (X' \psi^{-1} X)^{-1}$$

En pratique les éléments de  $\psi$  doivent être estimés. Pour ce faire, on doit procéder de la manière suivante :

- ✓ Estimation chaque équation du système ( $i=1, \dots, n$ ) par la méthode des MCO

$$\hat{B}_{MCO,i} = (X_i' X_i)^{-1} (X_i' Y_i)$$

- ✓ Calcul des vecteurs de résidus  $e_i$

$$e_i = Y_i - X_i \hat{B}_{MCO,i}$$

- ✓ Calcul des estimateurs convergent de  $\sigma_i^2$  et  $\sigma_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, n$ )

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}^2}{T} \text{ et } \hat{\sigma}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}'e_{jt}}{T}$$

✓ Estimation du système composé des  $n$  équations

$$\hat{B}_{SUR} = (X' \hat{\psi}^{-1} X)^{-1} (X' \hat{\psi}^{-1} Y)$$

Où  $\hat{\psi}$  contiennent des éléments estimés, tels que :  $\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}^2}{T}$  et  $\hat{\sigma}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}'e_{jt}}{T}$

On peut citer deux cas particuliers pour lesquels l'estimateur des MCO est équivalent à celui de Zellner :

- Lorsque les erreurs ont une matrice variance-covariance diagonale, c'est-à-dire :

$$\sigma_{ij} = 0 \text{ pour } i \neq j$$

⇒

$$\psi = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 I & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 I & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3^2 I & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \sigma_n^2 I \end{pmatrix}$$

-Lorsque les variables exogènes sont identiques pour chaque équation c'est-à-dire :

( $X_i = X$  pour  $i = 1, \dots, n$ ), alors l'estimateur des MCO équation par équation est identique à l'estimateur des MCG même si les erreurs inter-équations sont corrélées à la même période, le système cependant ne doit pas comporter de contrainte sur les paramètres<sup>23</sup>.

### III.2.2.Méthode de Zellner itérative

Le principe de cette méthode repose à poursuivre la méthode précédente (méthode de Zellner simple) et d'utiliser les coefficients estimés par la méthode Zellner au lieu par MCO, pour obtenir une nouvelle estimation de la matrice variance-covariance des erreurs, puis un nouvel ensemble de coefficients estimés et ainsi de suite jusqu'à ce que les valeurs estimées des paramètres ne varient quasiment plus.

<sup>23</sup> CADORET Isabelle, BENJAMIN Catherine, MARTIN Franck, HERRAD Nadine et TANGUY Steven. Op.Cit, page 198.

Les différentes étapes de cette méthode :

1- Calcul des estimateurs MCO équation par équation :

$$\hat{B}_{MCO,i} = (X_i'X_i)^{-1}(X_i'Y_i)$$

2-Calcul des vecteurs de résidus  $e_i$  :

$$e_i = Y_i - X_i\hat{B}_{MCO,i}$$

3- Calcul des estimateurs convergent de  $\sigma_i^2$  et  $\sigma_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, n$ )

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}^2}{T} \quad \text{et} \quad \hat{\sigma}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}'e_{jt}}{T}$$

Avec  $e_i = Y_i - X_i\hat{B}_{MCO,i}$

4- Calcul de la matrice  $\hat{\psi}^{-1}$  à partir des estimateurs obtenus en 3.

5- Calcul des estimateurs de Zellner :

$$\hat{B}_{SUR} = (X'\hat{\psi}^{-1}X)^{-1}(X'\hat{\psi}^{-1}Y)$$

6- Calcul des nouveaux estimateurs  $\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}^2}{T}$  et  $\hat{\sigma}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}'e_{jt}}{T}$  à partir des résidus

d'estimation de l'étape précédente. C'est-à-dire :  $e_i = Y_i - X_i\hat{B}_{SUR,i}$

7- Calcul de  $\hat{\psi}^{-1}$  à partir des estimateurs obtenus en 6.

8- Calcul des nouveaux estimateurs de Zellner :  $b_{SUR} = (X'\hat{\psi}^{-1}X)^{-1}(X'\hat{\psi}^{-1}Y)$

9- Retour en 6

On arrête les itérations lorsque les valeurs estimées des paramètres restent inchangées.

### III.3. Quel estimateur choisir?

Lorsque dans un système la matrice carrée variance-covariance des erreurs  $\psi$  de dimension  $n$  est non singulière, les estimateurs de Zellner simple et ceux de Zellner itératif sont asymptotiquement équivalents. Cependant certains économètres comme Kmenta et Glibert (1968) ont étudié les propriétés de ces estimateurs sur de petits échantillons, ils ont constaté que lorsque les erreurs inter-équations sont fortement corrélées, les estimateurs itératifs sont plus efficaces que ceux obtenus par la méthode de Zellner simple, mais le gain d'efficacité entre ces deux estimateurs est toutefois difficile à évaluer.

Lorsque la matrice de variance-covariance des erreurs  $\psi$  est singulière, les estimateurs ne sont plus équivalents. C'est le cas notamment des modèles translog dans la fonction de coût, la matrice  $\psi$  est de rang  $n-1$  ; nous sommes donc amenés à estimer  $n-1$  équations et déduire les estimateurs de l'équation omise par solde. Cependant les estimateurs Zellner itératifs ne dépendent pas de l'équation omise lors de l'estimation du système. Alors que les estimateurs Zellner simple sont sensibles au choix de l'équation omise pour l'estimation.

A cet effet la méthode Zellner itérative reste la plus efficace pour l'estimation d'un système contenant une corrélation des erreurs inter-équations.

### III.4. Mesure de la qualité d'ajustement du modèle

Le coefficient de détermination, noté  $R^2$  mesure la qualité d'ajustement du modèle. Sa formule est la suivante :

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^t (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^t (Y_t - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{\sum_{t=1}^t e_t^2}{\sum_{t=1}^t (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Ce coefficient permet de mesurer la part de la variance de la variable exogène expliquée par le modèle. Il est sans dimension, compris entre 0 et 1. Plus  $R^2$  est proche de 1, plus la qualité de l'ajustement du modèle est meilleure, dans ce cas le modèle a un fort pouvoir explicatif.

Cependant, ce coefficient augmente mécaniquement quand on ajoute une variable explicative dans le modèle. A cet effet l'économètre a introduit un coefficient de détermination corrigé noté  $\bar{R}^2$  qui permet de corriger les degrés de libertés :

$$\bar{R}^2 = 1 - \left( \frac{n-1}{n-k-1} \right) (1 - R^2)$$

### III.5. Tests de significativité des paramètres

Afin d'expliquer le modèle construit, on procède aux tests de signification de la régression : individuelle qui est le test de *Student* et globale qui est le test de *Fischer*.

#### III.5.1. Test individuel de Student

Ce test nous permettra de savoir si chaque coefficient du modèle est significativement différent de 0 ou non. Il est formulé comme suit :

-On teste l'hypothèse

$$H_0 : a_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, k)$$

contre l'hypothèse

$$H_1 : a_j \neq 0$$

-Sous  $H_0$ , on calcule l'indicateur  $t_{\hat{a}_j}^* = \left| \frac{\hat{a}_j}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_j}} \right|$

Où  $\hat{\sigma}_{\hat{a}_j}$  est l'écart type estimé, obtenu à partir de la matrice des variances et covariances

$$\Omega_{\hat{a}} = \sigma_{\varepsilon}^2 (X'X)^{-1} \quad \text{avec} \quad \sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{1}{n-k-1} \sum_{j=1}^n \hat{\varepsilon}_j^2 \quad \text{et} \quad \hat{\varepsilon} = Y - \hat{Y}$$

- On compare  $t_{\hat{a}_j}^*$  à  $t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$ , lu sur la table de Student au seuil de signification  $\alpha$ , en fonction du nombre de degrés de liberté (n-k-1)

si  $t_{\hat{a}_j}^* > t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$  alors on rejette  $H_0$ , la variable  $x_j$  est significativement contributive

à l'explication de la variable endogène.

- si  $t_{\hat{a}_j}^* \leq t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$  alors on accepte  $H_0$ , la variable  $x_j$  n'est pas contributive à

l'explication de la variable endogène.

### III.5.2. Test global de Fisher

La formulation du test de Fisher permet d'évaluer globalement le modèle. Il est formulé comme suit :

- On teste l'hypothèse :

$$H_0 : a_1 = a_2 = \dots = a_k = 0$$

contre l'hypothèse

$$H_1 : \text{au moins un paramètre est différent de zéro}$$

- On calcule l'indicateur  $F^*$  : c'est un indicateur qui s'exprime comme un rapport de la variance expliquée sur la variance inexpliquée :

$$F^* = \frac{SCE/k}{SCR/n-k-1} = \frac{R^2/k}{1-R^2/n-k-1}$$

K : le nombre de degrés de liberté associé au SCE

$n-k-1$  : le nombre de degrés de liberté de SCR

-On compare  $F^*$  (calculé) au  $F_\alpha$  théorique (lu sur la table de Fisher), à  $k$  et  $n-k-1$  degrés de liberté, au niveau de signification  $\alpha$ , nous avons la décision suivante:

- si  $F^* > F_\alpha$  alors on rejette  $H_0$ , le modèle est globalement bon

- si  $F^* \leq F_\alpha$  alors on accepte  $H_0$ , le modèle est globalement rejeté.

### Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié la conception de coût selon l'approche comptable et économique, propriétés fondamentales de la fonction de coût ainsi que le concept de l'élasticité de substitution des facteurs de production dans la théorie micro-économique. De plus nous avons cité certaines études empiriques comme références de base dans le domaine de l'estimation de la fonction du coût comme ; la fonction de Leontief généralisée, la fonction de coût translog. Cette dernière est la plus utilisée, à cause de ses propriétés principales pour l'estimation de la fonction de coût.

Cependant la mise en œuvre de ces études économétriques nécessite des méthodes d'estimation spéciales pour respecter les hypothèses de base de la fonction de coût comme la méthode Zellner simple ou Zellner itérative. Cette dernière offre plus d'avantage dans l'application.

*Chapitre II : Généralités sur les  
services d'alimentation en eau  
potable*

## Chapitre II : Généralités sur les services d'alimentation en eau potable

---

L'objectif de ce chapitre est de traiter d'une manière générale l'ensemble des concepts associés aux services de l'alimentation en eau potable.

Nous allons présenter le système d'alimentation en eau potable, en définissant et en révélant les caractéristiques de l'eau potable, les différentes activités nécessaires pour sa réalisation et les coûts associés à ces activités, ainsi que les spécificités des services de l'eau potable. Puis nous présenterons les définitions liées à la tarification de l'eau potable et les différents modes de gestion (publique et déléguée) pratiqués.

### I. Présentation générique des services d'alimentation en eau potable

Dans cette section nous présentons la définition de l'eau potable et ses caractéristiques, technologie de l'AEP, éléments constituant un réseau d'AEP, composantes des coûts des services publics de l'eau potable et caractéristiques des services de l'eau potable.

#### I.1. Définition de l'eau potable et ses caractéristiques

L'eau est définie avant tout ; comme un élément vital indispensable à toute forme de vie ; cet élément ne possède aucun substitut parfait. Ses usages sont multiples : domestiques, industriels, agricoles, etc.

L'OMS définit l'eau potable comme « étant celle dont la consommation est sans danger pour la santé. Pour que l'eau soit qualifiée de l'eau potable, elle doit satisfaire à des normes relatives aux paramètres organoleptiques (couleur, turbidité, odeur, saveur), physico-chimiques (température, pH, etc.), microbiologiques (coliformes fécaux et totaux, streptocoques fécaux, etc.) et à des substances indésirables et toxiques (nitrates, nitrites, arsenic, plomb, hydrocarbures, etc.). Pour chaque paramètre, des valeurs limites à ne pas dépasser sont établies » et les normes de potabilité de l'eau diffèrent d'un pays à l'autre et répondent aux exigences de l'OMS<sup>24</sup>.

Selon l'agence de l'eau française Rhin-Meuse : « c'est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé publique »<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> OMS, 1972

<sup>25</sup> Agence de l'eau Rhin Meuse, « l'alimentation en eau potable » p4



Autrement dit ; elle ne doit pas contenir des bactéries, des virus, des parasites et d'autres agents pathogènes, et elle ne doit pas être toxique ni porteuse d'éléments chimiques et indésirables. Elle doit être agréable à boire, claire et sans odeur.

Presque tout le monde s'accorde pour considérer que l'eau potable est à la fois un bien économique et un bien social, à cet effet, elle possède certaines caractéristiques:

- **L'eau potable est le patrimoine commun de la nation**

L'eau fait partie du « patrimoine commun de la nation » et son « usage appartient à tous »<sup>26</sup>. Ce caractère illustre que « L'eau est par nature un bien public. Nul ne saurait l'approprier. C'est à la collectivité d'en définir l'usage pour assurer un bon approvisionnement, pour limiter les gaspillages, dans un esprit de justice sociale, de saine économie et de respect de l'environnement.»<sup>27</sup>. Cette appellation se réfère à la justice sociale et non aux lois du commerce, à l'appropriation collective et non privée, à la qualité de bien public et non à la possession individuelle.

- **L'eau potable est un bien essentiel**

L'eau étant indispensable à la vie, elle ne peut venir à manquer sans conséquences sanitaires graves. La consommation minimale pour les besoins fondamentaux est de 40 à 60 litres d'eau potable par personne et par jour d'après l'OMS. Malgré son importance, la consommation d'eau varie très peu avec le revenu des ménages par rapport aux autres biens.

- **L'eau potable est un droit fondamental**

Le droit de l'eau est un devoir qui s'est progressivement transformé en une obligation. Plus récemment, un véritable « droit à l'eau » a été reconnu, c'est-à-dire le droit pour toute personne, quel que soit son niveau économique, de disposer d'une quantité minimale d'eau de bonne qualité qui soit suffisante pour la vie et la santé.

« L'eau est indispensable à la vie et à la santé. Le droit de l'être humain à l'eau est donc fondamental pour qu'il puisse vivre une vie saine et digne. C'est la condition préalable à la réalisation de tous ses autres droits. »<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> Selon l'agence Adour Garonne, dans son schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.

<sup>27</sup> Conseil mondial de l'eau, 3<sup>ème</sup> forum mondial de l'eau Kyoto, centre international de réflexion sur la politique de l'eau « l'eau : l'affaire de tous », mars 2003.

<sup>28</sup> Le Comité des Nations Unies pour les droits économiques, sociaux et culturels a déclaré en novembre 2002.

- **L'eau est gratuite mais l'eau potable à un prix**

Dans la plupart des sociétés, l'eau puisée dans la nature est gratuite et chacun peut en puiser pour son usage personnel car l'eau est un bien commun. Elle fait ensuite l'objet de multiples opérations coûteuses pour la rendre utilisable par chacun (l'eau est captée, stockée, traitée, transportée, ...). Selon les pays, les pouvoirs publics prennent à leur charge une part plus ou moins grande de ces coûts et les usagers payent le reste. Très fréquemment, les pouvoirs publics subventionnent les coûts d'investissements des dépenses pour les services de l'eau.

- **Tous les usagers doivent payer l'eau potable**

Si l'eau doit être disponible pour tous en quantités et qualités suffisantes, il paraît nécessaire que tous les usagers contribuent au paiement de son coût. A titre exception, l'eau potable pourrait être gratuite en cas d'incendie ou de catastrophe. Ces exceptions constituent des contraintes de service public dont le coût peut être pris en charge par les pouvoirs publics ou par les usagers<sup>29</sup>. Une autre exception pourrait découler de la nécessité de fournir de l'eau à ceux qui ne peuvent la payer dans certains pays.

## **I.2. Architecture des services d'alimentation en eau potable**

Les services d'alimentation en eau potable désignent l'ensemble des équipements, des services et des actions qui permettent, en partant d'une eau brute, de produire une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur, distribuée ensuite aux consommateurs.

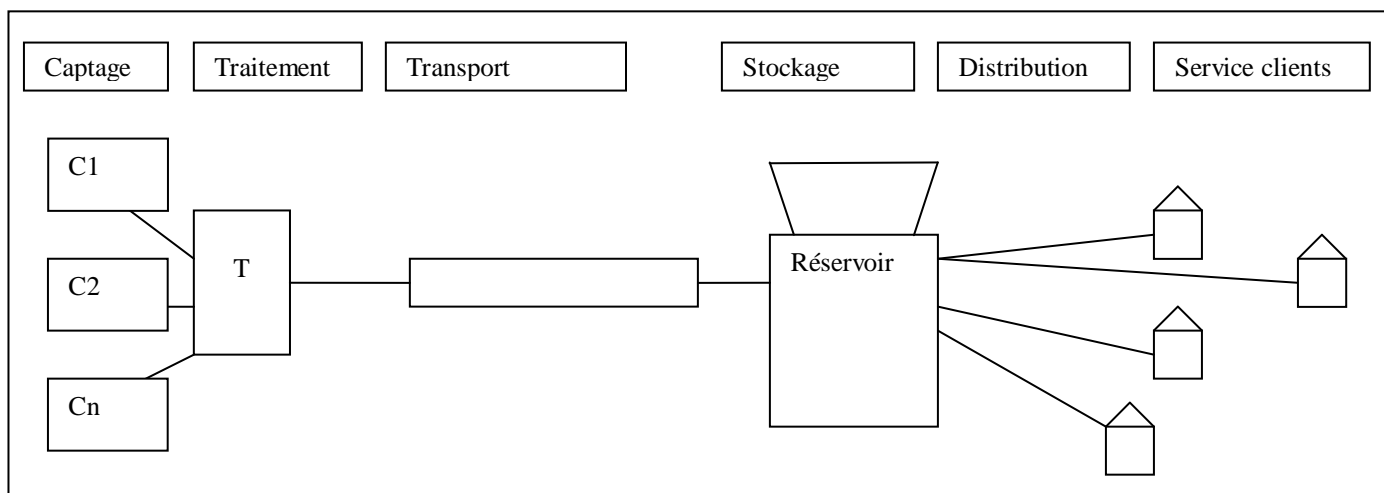
### **I.2.1. Les activités du service de l'alimentation en eau potable**

Les étapes nécessaires à faire couler l'eau au robinet de chaque abonné sont constantes, « il faut mettre au départ un plan qui s'appuie sur les besoins en eau potable des populations pour planifier les travaux à réaliser pour garantir l'accès à l'eau potable, puis la maîtrise d'ouvrage qui consiste à exécuter les travaux nécessaires pour extraire l'eau, puis la rendre potable et la mettre à la disposition des abonnés à leur domicile grâce à des réseaux d'adduction et de distribution, et gérer les relations avec les abonnés »<sup>30</sup>.

Toutes ces étapes sont réalisées par les différentes activités du service d'alimentation en eau potable. La figure n°4 ci-dessous, résume globalement les activités d'un système d'AEP, celui-ci comprend le réseau de distribution de l'eau potable.

<sup>29</sup> Henri Smets : « Politique de l'eau potable » ; La Houille Blanche/N° 1-2004, p 23.

<sup>30</sup> D'après le personnel de l'Algérienne Des Eaux (ADE) de Béjaïa (service technique).

**Figure n° 4 : schéma général d'alimentation en eau potable.**

Source : Effectué par nous-mêmes à partir de la consultation de plusieurs documents

D'après ce schéma les activités nécessaires pour réaliser ces services différents sont :

- **Le captage**

Couvre l'ensemble des prélèvements d'eau dans le milieu naturel à l'aide des stations de pompes, soit par la prise d'eau superficielle en rivière, en lac ou en mer,... (Ce sont des eaux superficielles) ou par le captage d'eau à l'aide des puits et des forages en nappe alluviale ou profonde (ce sont des eaux souterrains).

- **Le traitement**

Les procédés les plus fréquents de la potabilisation de l'eau sont la filtration, le traitement par les produits chimiques spécifiques comme : hypochlorite de sodium (eau de javel), hypochlorite de calcium, et chlorure de chaux, etc. L'eau doit être en permanence analysée, contrôlée par les pouvoirs publics et être conforme aux normes en vigueur, en général strictement fixées par le législateur dans un pays.

- **Le transport**

Consiste à transférer l'eau potable entre les ouvrages. Il peut être gravitaire lorsque l'écoulement de l'eau se fait naturellement, c'est-à-dire le niveau de l'eau statique à l'amont du tronçon considéré est à une cote supérieure au niveau d'eau statique à l'aval du tronçon, ou il nécessite la mise en place d'un pompage (transport par refoulement).

- **Le stockage**

Consiste à réaliser des réserves d'eau potable au niveau des réservoirs pour la distribuer aux différents abonnés.

- **La distribution**

C'est la livraison de l'eau potable à l'abonné par des conduites de distribution et des conduites de branchement, soit de façon gravitaire par un réservoir implanté à une côte suffisamment élevée, soit par un équipement de pompage.

- **La gestion annexe au service**

Comprend le comptage de la consommation de chaque usager via le relevé des compteurs, la facturation mais également l'information des usagers, les réponses à leurs questions ....

Chacune de ces activités correspondent aux différentes catégories de prestations à effectuer qui sont indispensable au bon fonctionnement des services :

- ✓ **L'investissement**

Consiste à la mise en place de nouvelles infrastructures. Ces infrastructures sont utilisables seulement à l'alimentation en eau potable.

En Algérie, ce service est assuré par les différents organismes de l'Etat liés à la gestion de l'eau comme : la Direction Hydraulique de la Wilaya (DHW) pour les eaux souterraines (forages, etc.) ou l'Agence Nationale des Barrages (ANB) pour les eaux superficielles (barrages, etc.) ....

- ✓ **La gestion du patrimoine et l'exploitation**

Consiste à mettre à la disposition des abonnés une bonne gestion du service, par le diagnostic, la réparation, l'entretien et les remplacements des infrastructures en fin de vie (renouvellement). Par contre, l'exploitation consiste à faire fonctionner les infrastructures de pompage, de pressurisation, de traitement, de stockage et de distribution et aussi à gérer la clientèle (relevés des compteurs, réponses aux réclamations, réponses aux demandes de travaux particuliers ou encore à assurer une surveillance permanente (analyses, réglages, vérifications). En Algérie le fonctionnement de cette tâche est assuré par l'Algérienne des eaux, sinon par les communes des différentes régions.

### **I.2.2. Composantes principales d'un réseau d'approvisionnement en eau potable**

Le réseau de l'approvisionnement en eau potable est constitué par les composantes suivantes :

#### **• Installation de pompes pour le captage d'eau**

L'emplacement des stations de pompage dépend des zones de captage de l'eau, qui peut être prélevée, soit par captage des eaux superficielles (des rivières, des lacs et des sources) soit par des eaux souterraines (puits ou des forages). L'installation de ces usines (stations de pompage) exige des montants importants pour leurs réalisations, qui sont généralement supportés par l'Etat dans la plupart des pays à cause de leurs investissements considérables.

#### **• Conduites d'adduction d'eau**

Ce sont des conduites de grands diamètres, elles sont constituées par des assemblages de tuyaux fabriqués à l'aide de matériaux très divers fonte, acier, béton, matière plastique. Elles sont utilisées pour transporter l'eau au moment de sa production (le captage) jusqu'aux châteaux d'eau situés à proximité des lieux de consommation.

En fonction de la position de la source d'eau, on distingue deux types d'adduction :

- ✓ Adduction gravitaire : le captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération, sans la consommation d'énergie (c'est-à-dire sans l'utilisation de la station de pompage).
- ✓ Adduction par refoulement : le captage se situe à un niveau inférieur par rapport à celui du réservoir d'accumulation. Dans cette conduite de refoulement, les eaux de captage sont relevées par une station de pompage dont laquelle la consommation d'énergie est très importante.

#### **• Usines de traitement des eaux**

Leurs fonctions principales sont de traiter l'eau brute afin qu'elle réponde à des normes de potabilité. La taille de ces usines peut évoluer en fonction de la qualité de l'eau non traitée et de la taille de la population desservie. Ainsi que en fonction de la qualité de la source d'approvisionnement en eau, dans le cas d'une eau souterraine caractérisée généralement par une bonne qualité, un simple traitement peut produire une eau de consommation qui satisfasse aux normes en vigueur. En revanche, une eau de surface, eau de lac ou de rivière exige un traitement considérable pour devenir potable.

- **Réservoirs**

Ils sont généralement installés dans les différents points du réseau de distribution, pour pouvoir satisfaire à tout moment la demande en eau potable des abonnés, ainsi que pour servir de réserve pour la lutte contre les incendies et les problèmes urgents d'exploitation (en cas de surconsommation). Ils sont construits en métal ou en béton armé. La taille et la capacité de stockage d'un réservoir varient en fonction des besoins de la consommation.

- **Réseaux de distribution locale de l'eau potable**

Ce sont des conduites de petit diamètre qui distribuent l'eau traitée à partir du ou des réservoirs vers les différents réseaux de voiries des territoires et ensuite vers les différents logements sur lesquelles les branchements sont piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

- **Compteurs**

Ce sont les principaux moyens de mesure de la consommation d'eau à partir de chaque raccordement au réseau d'approvisionnement.

### **I.3. Structure des coûts de services d'eau potable**

Les composantes du coût des services d'alimentation en eau potable peuvent être retrouvées à partir de la comptabilité analytique dans laquelle le gestionnaire reporte la totalité des dépenses engagées pour l'exploitation du service.

Elles sont caractérisées par le poids des coûts fixes comme l'indique l'Office International de l'EAU (OIEAU) ; l'examen des dépenses engendrées par l'alimentation en eau potable montre que les éléments de coût proportionnels au volume produit (énergie, réactifs...) ne représentent qu'un tiers du coût total, les deux tiers sont des charges fixes (renouvellement, amortissements...).

Les dépenses d'exploitation peuvent être réparties en six grands postes principaux.

- **Salaires et charges personnelles**

Ce poste concerne le personnel technique et le personnel administratif. Il comprend aussi les charges sociales et toutes autres dépenses liées au salaire.

- **Energie**

Est principalement utilisée pour pomper l'eau dans le réseau de distribution mais aussi dans le processus de potabilisation (traitement). La consommation de l'énergie dépend des activités de prélèvement, de distribution et de traitement. Elle est estimée en moyenne à 500 Wh/m<sup>3</sup> d'eau produit, dont 10% pour le traitement. Cependant, elle peut varier à des proportions élevées.

**• Fournitures**

Ce poste regroupe l'ensemble des achats nécessaires au bon fonctionnement du service. Ce sont les produits de traitement de l'eau (leur part relative est estimée à moins de 2% du coût de l'eau en moyenne). Cela concerne aussi les pièces de rechange et lubrifiants ; il s'agit des éléments utilisés lors des opérations d'entretien, des équipements électromécaniques et des réseaux. La consommation de ces composants dépend d'une part du programme existant de renouvellement des installations, et d'autre part du programme de maintenance suivi. Et sont inclus également dans les fournitures, les véhicules, les frais généraux comprenant les fournitures de bureau, les frais d'affranchissement et les coûts de télécommunication. Ces derniers ne sont pas négligeables, en particulier lorsque le réseau est sous télégestion c'est-à-dire recueillir et retransmettre à distance des informations fournies par des capteurs ou détecteurs. Ces informations peuvent concerner les niveaux et la qualité de l'eau, l'état des équipements, etc. De plus, le coût de la communication avec les consommateurs prend de plus en plus de poids dans le budget du service pour répondre à leur besoin.

**• Sous-traitance**

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

**• Frais divers**

Regroupent les diverses provisions pour les grosses réparations, la participation de la section de fonctionnement à l'investissement (autofinancement), les imprévus, etc. Il peut s'agir aussi du bénéfice des fermiers et concessionnaires en cas de la gestion de délégation, les taxes et divers impôts dus par l'exploitant.

**• Charges relatives aux investissements, renouvellement, amortissements**

Pour les investissements, les modalités de calcul prennent en compte la perte de la valeur économique du bien dans le coût de financement.

En ce qui concerne le renouvellement, le montant retenu correspond au rapport de la valeur de remplacement de chaque installation sur sa durée de vie. Cette provision est destinée à garantir le maintien du potentiel des installations.

Par contre l'amortissement, il représente le coût d'usage des immobilisations et constitue l'autofinancement minimum exigé pour assurer la couverture du remboursement de ses emprunts en capital.

D'après l'OIEAU, la répartition des dépenses pour l'exploitation de services d'eau potable est donnée dans le tableau n°2 ci-dessous.

Tableau n°2 : Répartition des dépenses pour l'exploitation de service d'eau potable

Dépenses	Moyenne (%)	Fourchette (%)
Salaires	35	De 20 à 50
Electricité	10	De 0 à 15
Fourniture et sous-traitance	21	De 15 à 50
Frais divers	08	De 05 à 15
Frais financiers	16	De 0 à 20
Amortissements	10	De 08 à 15

Source : Office International de l'EAU (OIEAU), 2000.

L'importance de ces dépenses varie selon la disponibilité géographique et temporelle de la ressource, mais également selon la nature de celle-ci (lacs, barrages, rivières, nappes souterraine,...). L'eau brute prélevée puis produite et distribuée aux usagers, à partir d'une nappe souterraine implique des coûts plus importants de prospection, de forage et de pompage (des infrastructures plus lourdes) alors que les coûts de traitements sont d'ordinaire plus faibles par rapport aux eaux de surface qui implique des coûts de traitements très importants mais avec des coûts de captage quasi faibles. Les premiers constituent des coûts fixes à court terme, alors que les seconds sont plutôt variables.

#### **I.4. Spécificités des services d'alimentation en eau potable**

Les services d'eau potable sont des services industriels en réseau considérés comme des services d'intérêt général. A cet effet, ils présentent certain nombre de spécificités particulières citées ci-dessous :



### I.4.1. Nature du bien

Certains économistes considèrent l'eau sous l'angle d'une ressource naturelle (renouvelable lorsqu'il s'agit d'eau de surface et d'aquifère alimenté, et non-renouvelable lorsqu'il s'agit d'un aquifère fossile(très profond)), elle donne lieu à plusieurs usages à la fois marchands (c'est-à-dire qui font l'objet d'une transaction monétaire) et non marchands, l'AEP est l'usage de l'eau qui fait l'objet de vives controverses sur la question de son prix (bien privé) ou au contraire de sa gratuité (bien public) .

- **Une classification économique des différents types de bien**

Dans la terminologie néo-classique, un bien économique est tout objet ou service qui procure de l'utilité, existe en quantité limitée et s'échange contre un prix.

La classification économique d'un bien (c'est-à-dire l'analyse de son appropriation) se fait en fonction de deux propriétés :

- ✓ la propriété de non-rivalité : la consommation est dite non-rivale lorsque la quantité consommée par un individu ne diminue pas celle qui disponible pour les autres<sup>31</sup> (sont ceux qui peuvent être consommés par plusieurs agents simultanément sans entraîner de perte), exemple ; l'air ...
- ✓ La propriété de non-excluabilité : résulte de l'impossibilité d'empêcher les agents d'avoir accès à ce bien ou ce service, par exemple éclairage des rues.

Le tableau ci-dessous illustre quatre types de biens dans l'analyse économique.

**Tableau n° 3:** Différents types de biens dans l'analyse économique

		Consommation	
		Non-rivale (indivisible/conjointe)	Rivale (en concurrence)
Accès	Non-excluable (ou libre)	Bien public/collectif pur (éclairage des rues, la route)	Bien en commun (aquifère ...)
	Excluable (ou contrôlé)	Bien de club ou bien à péage (électricité .. .)	Bien privé (marchandise, logement, habits, voitures, ...)

Source : Etabli par nous-mêmes à partir des différents documents consultés

<sup>31</sup> ALBERTINI Jean-Marie & SILEM Ahmed : Lexique d'économie. Dalloz, Paris, 2002. Page 82.

- **Le cas des services d'eau potable**

D'après cette typologie, l'eau fournie par un service municipal s'apparente comme un bien public collectif, puisque elle est théoriquement conçue pour être accessible à tous les habitants d'une commune (le tarif étant fixé de manière à n'exclure aucun usager).

Cependant il y a une grande différence entre la théorie et la réalité, l'eau potable n'est pas un bien collectif pur. En effet, dans la pratique deux phénomènes tendent à rendre la consommation rivale et l'accès contrôlé :

- ✓ D'une part, l'AEP est un service public assorti d'un tarif (qui diffère d'un prix, car il n'est pas fixé en fonction du jeu de marché) et d'un coût d'accès (le coût de branchement) : l'accès au service d'eau n'est donc pas libre. Par ailleurs, même dans l'hypothèse où tout le monde est connecté, l'accès à l'eau peut conduire à l'exclusion de certains usagers qui ne paient plus leur facture et sont menacés de coupure d'eau, cette propriété le rapproche de la définition de l'eau comme un bien de club.
- ✓ D'autre part, la consommation d'eau du service municipal peut être rivale, dans le cas d'une faible disponibilité de la ressource qui rationne l'offre et diminue de fait les quantités disponibles pour les usagers. Dans ce cas l'eau se rapproche de la définition du bien commun.

Par conséquent, alors même que l'AEP a vocation à être un bien collectif, elle possède les caractéristiques d'un bien privé : excluabilité et rivalité, et oscille entre plusieurs définitions : bien collectif, bien de club, bien en commun et bien privé.

#### **I.4.2. Caractéristiques de la production : un monopole naturel porteur de fortes externalités.**

Deux caractéristiques de production de service d'eau méritent d'être soulignées : le monopole naturel, la présence de fortes externalités sur la santé et l'environnement. C'est pourquoi les services d'eau dans la majorité des pays sont gérés par des entreprises publiques ?

- **Un monopole naturel**

Le monopole naturel apparaît quand les capacités de productions de l'opérateur dominant sont suffisantes pour alimenter tout le marché, ce qui signifie que tous les autres centres de production sont économiquement inutiles. Dans cette situation la concurrence n'est pas possible, car une grande firme sera toujours mieux placée que les plus petites et n'aura aucun mal à les éliminer. Donc en situation de monopole, l'entreprise sert les consommateurs à un

coût moindre que ne le ferait un grand nombre des producteurs. Ce phénomène est connu sous le terme « **sous-additivité des coûts** », cette condition s'écrit dans le cas d'une firme monoproduit :

$$\forall Q, Q_1 \text{ et } Q_2 > 0, \text{ avec } Q_1 + Q_2 = Q$$

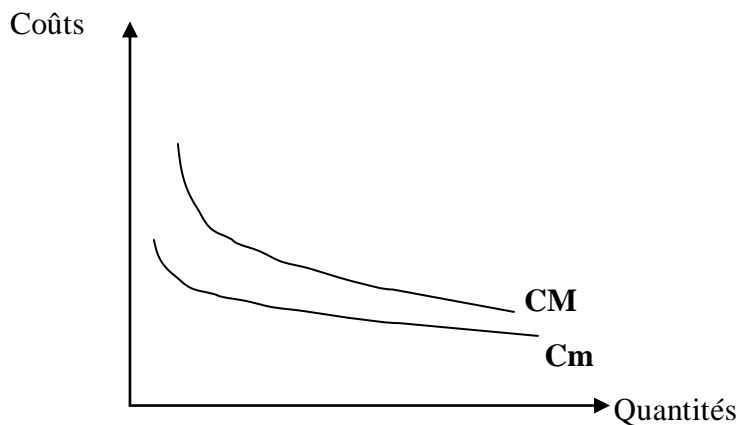
$$c(Q) < c(Q_1) + c(Q_2)$$

$Q_1, Q_2$  : Étant les quantités respectivement produites par les entreprises 1 et 2

C : étant mesuré les coûts

Cette formule signifie simplement qu'il est plus économique de produire n'importe quelle quantité  $Q$  dans le cadre d'une firme unique plutôt que par deux, ou plusieurs firmes. Ce qui caractérise le monopole naturel par l'existence de rendements d'échelle croissants, c'est-à-dire l'existence d'une courbe de coût total moyen toujours décroissante avec l'augmentation de la quantité produite, ce qui implique que le coût marginal est inférieur au coût moyen<sup>32</sup>.

Figure n° 5 : Les coûts d'un monopole naturel



Source : FAUQUERT Guillaume (2007) : les déterminants du prix des services d'eau potable en délégation. Thèse de doctorat en sciences de l'eau, école nationale de génie rural des eaux et forêts (paris). P « 50 »

<sup>32</sup> En effet, le fait que le coût moyen soit strictement décroissant équivaut à  $\frac{d}{dq} \left( \frac{c(q)}{q} \right) < 0$ , ce qui signifie que

$$q \cdot c'(q) - c(q) < 0, \text{ soit } c_m(q) = c'(q) < \frac{c(q)}{q} = c_M(q)$$

Comme toute industrie en réseau, les services d'eau présentent de forts coûts d'investissement ; usines de traitement, réservoirs et réseau (ce dernier présentant pour un service d'eau près de 80% des coûts fixes), qui sont des infrastructures spécifiques constituant une barrière à l'entrée pour les concurrents potentiels. Ce qui caractérise l'activité de distribution d'eau potable comme un monopole naturel, c'est-à-dire qu'une seule firme produit le bien à un coût inférieur à celui obtenu par plusieurs entités concurrentes. Par ailleurs, le coût de transport et les obligations de qualité exigent une proximité relative entre l'usine de traitement de l'eau et son lieu de consommation, d'où l'appellation du monopole naturel local.

- **Des externalités fortes sur la santé et l'environnement**

Les services de l'AEP présentent des externalités sur la santé et l'environnement. La quantité et la qualité de l'eau potable permettent de diminuer l'incidence des maladies à transmission hydrique (MTH) grâce à des pratiques d'hygiène personnelle améliorées.

L'eau potable fait partie du cycle de l'eau, et doit être épurée avant d'être rejetée dans le milieu récepteur. Ainsi fournir de l'eau potable sans système de collecte et de traitement des eaux usées crée une pollution environnementale énorme, qui peut à son tour avoir un impact sur la santé.

Les effets de l'AEP sur le développement sont plus complexes : l'absence de service d'eau potable de qualité a un coût économique, celui-ci recouvre d'une part le prix supérieur payé par les familles lorsqu'elles achètent de l'eau à un revendeur, et/ou le temps passé à aller chercher de l'eau et à la bouillir, d'autre part les coûts économiques des maladies d'origine hydrique (productivité diminuée, dépenses de médicaments).

- **Une gestion majoritairement publique**

En raison de ces caractéristiques de production (monopole naturel, fortes externalités), les services d'eau sont dans la majorité des pays gérés par des entreprises publiques, supposées garantes de l'intérêt général. Ainsi en raison que cette ressource est rare qui nécessite d'être bien gérée, et elle est un bien social (vitale et indispensable à la vie), ce qu'il faut mettre sa gestion à la disposition des entreprises publiques. Dans les pays où la gestion du service se fait par un opérateur privé, il est nécessaire d'instaurer une régulation de la qualité du service et des tarifs afin de minimiser la rente retirée par l'opérateur.

## II. Tarification et modes de gestion des services de l'eau potable

Dans cette section, on va présenter les concepts de la tarification et les différents modes de gestion possibles des services d'eau potable.

### II.1. Tarification de l'eau potable

La tarification est considérée comme l'un des instruments économiques de gestion de l'eau dans un pays, pour couvrir certains ou la totalité des coûts supportés par le gestionnaire puis pour allouer l'eau aux usagers d'une manière efficace.

#### II.1.1. Définition de la tarification et ses objectifs

**La tarification** : désigne un ensemble de principes qui fixent le tarif à payer par le consommateur, au regard à l'objectif prioritaire de l'autorité qui en décide<sup>33</sup>. Par contre, **le tarif** est un barème établi par la voie réglementaire de l'Etat, comme base pour la fixation du prix demandé aux consommateurs<sup>34</sup>.

Selon les politiques économiques appliquées dans la gestion de l'eau dans un pays, la pratique de la tarification, vise en général à atteindre trois grands objectifs :

- ✓ l'efficacité : consiste à produire au moindre coût et sans gaspillage ; et à une meilleure allocation de la ressource de manière à maximiser le bien-être social.
- ✓ L'équité : consiste à allouer l'eau conformément aux droits de l'ensemble des usagers.
- ✓ La durabilité : concerne à la fois la ressource en eau et les infrastructures de mobilisation et de distribution de l'eau, ainsi que sa qualité.

La réalisation de ces objectifs est étroitement liée aux types d'acteurs intervenant dans la gestion des ressources en eau.

#### II.1.2. Types de la tarification de l'eau potable

Généralement la fonction du prix de l'eau  $p$  est présentée sous la forme suivante<sup>35</sup> :

$$P = ax + b$$

<sup>33</sup> ANNIE (Erchard-Gassegrain) & Margat (Jean) : Introduction à l'économie générale de l'eau. Masson, Paris, 1983, page 194.

<sup>34</sup> Le prix de l'eau : est la facture demandée aux consommateurs pour la quantité totale d'eau utilisée, payée soit par mois ou par trimestre tout dépend le processus réglementaire de l'Etat appliqué

<sup>35</sup> BOUYACOUB Ahmed : Monnaie, prix et ajustement, problèmes de la transition en Algérie. Les Cahiers du CREAD. N°57-3<sup>ème</sup> trimestre 2001, p ; 100.101 et 102.

$x$  : représente l'index lié au volume.

$a$  : représente la partie proportionnelle au volume consommé.

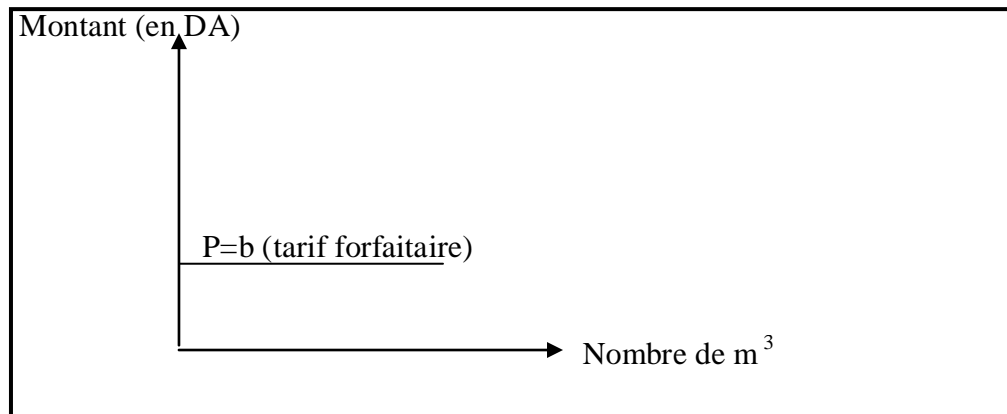
$b$  : représente la partie fixe (c'est le cas de l'abonnement).

A partir de cette fonction, on distingue généralement les types de tarification suivants :

- **Tarification forfaitaire : lorsque  $a = 0$**  : comme l'illustre la figure ci-dessous

Ce type de tarification caractérise par l'absence de la partie au volume consommé, comme l'illustre la figure ci-dessous.

**Figure n° 6 : Tarification forfaitaire**



Source : Effectuée par nous-mêmes sur la base de la définition

D'après cette figure, ce type de tarification consiste à fixer le même tarif (tarif fixe) pour le service quelle que soit la consommation des utilisateurs. Elle est fixée indépendamment du volume réellement consommé, c'est-à-dire ;  $p=b$ . Dans ce cas, le prix d'une quantité d'eau supplémentaire (le coût marginal) est nul.

Ce type de tarification sécurise les recettes du gestionnaire et il est facilement compréhensible par les usagers. Par contre, les usagers n'étant pas incités à économiser l'eau et peuvent consommer autant qu'ils le désirent sans frais supplémentaires (ce qui donne lieu à du gaspillage de la ressource). Autrement dit, les usagers ne sont nullement incités ou éduqués à s'informer de la nécessité de conserver l'eau et ceci conduit à un sur-dimensionnement des équipements.

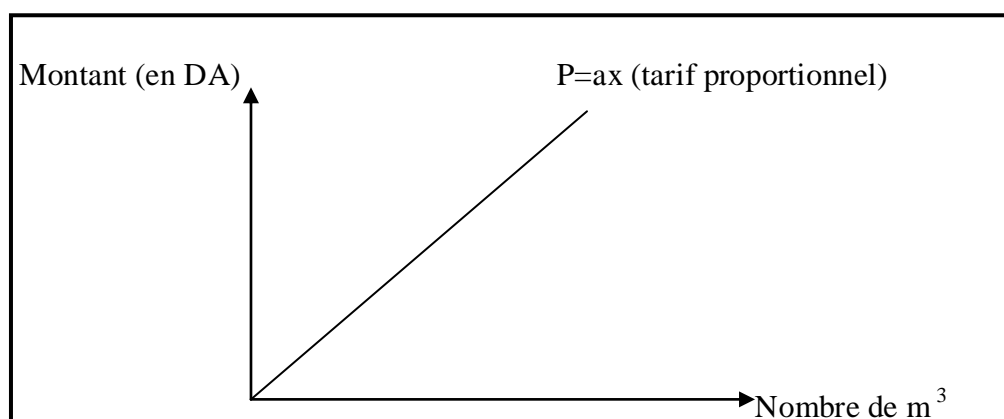
Cette situation a été vécue en Algérie, depuis l'indépendance jusqu'à la fin des années quatre vingt du fait que le système est simple et faiblement coûteux dans sa mise en œuvre. De plus c'est un système de prix basé sur l'approche en termes d'offre d'eau et qui encourage

les surconsommations et le gaspillage. La nouvelle loi sur l'eau de juin 1996 ainsi que les nouveaux tarifs de septembre 96 interdisent la poursuite de ce type de tarification.

- **Tarification proportionnelle : lorsque  $b = 0$**

Dans ce cas il n'y a pas l'abonnement et le prix du mètre cube d'eau est sous la forme;  $P = ax$ . C'est un système de prix fixe indexé sur un volume d'eau consommé, c'est-à-dire ce prix dépend proportionnellement de la quantité d'eau consommée, comme l'illustre le graphe ci-dessous. Ce type de tarification, incite les usagers à économiser l'eau, et nécessite la mise en place des compteurs d'eau.

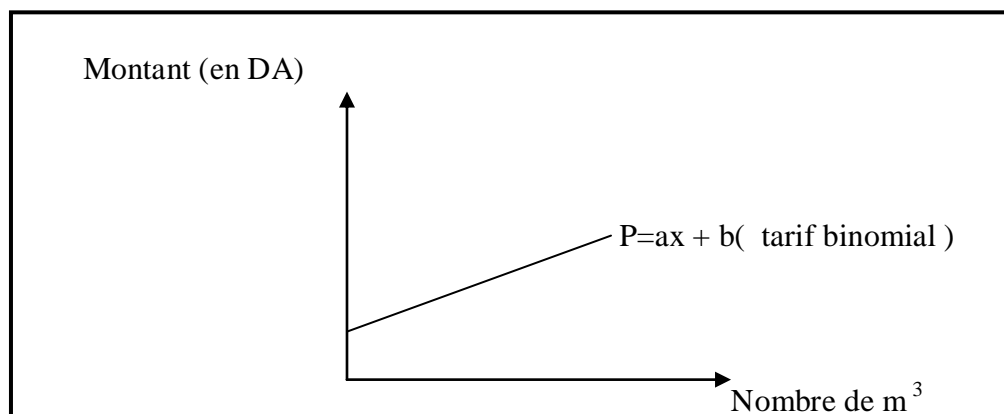
**Figure n° 7 : Tarification proportionnelle**



Source : Effectuée par nous-mêmes sur la base de la définition

- **Tarification binomiale : lorsque  $a \neq 0$  et  $b \neq 0$**

Cette tarification est en quelque sorte la combinaison des deux premières tarifications, sous la forme ;  $p = ax + b$  (voir le graphe ci-après), c'est le type le plus utilisé dans la plupart des pays. D'une part elle sécurise une partie des recettes du gestionnaire et d'autre part, elle incite les consommateurs à économiser l'eau.

**Figure n° 8 : Tarification binomiale**

Source : Effectuée par nous-mêmes sur la base de la définition

- **Tarification saisonnière**

En plus des tarifications précédentes, il y a un autre type lié au temps de la saison, qui s'appelle tarification saisonnière. Ce mode de tarification est rarement employé dans certains pays, elle consiste à faire payer plus cher l'eau quand elle est rare et fortement demandée surtout dans la saison d'été.

Le choix de l'un des types de tarification représente une décision stratégique pour un gestionnaire, qui consiste à réaliser les principaux objectifs suivants :

- ✓ L'équité entre les usagers de façon à assurer un maximum d'adhésion.
- ✓ L'information sur les coûts de l'eau de façon à leur permettre de faire des projections, ou autres investissements.
- ✓ Le financement des projets en cours ou futurs.

## II.2. Modes de gestion de l'eau potable

Les services d'eau potable peuvent adopter différentes structures de gestion qui pourront aussi avoir leur impact sur les coûts.

### II.2.1. Gestion publique

Il existe généralement deux approches de gestion publique : la gestion complète par le gouvernement et la gestion dite commerciale.



**- Gestion publique complète (Gouvernement à 100%)**

La responsabilité complète des services d'eau réside dans les mains des services gouvernementaux. Ainsi les politiques et la planification se font par des fonctionnaires du gouvernement.

La qualité des services est auto-régulée, l'opération publique se fait suivant les standards établis par ce même gouvernement. La structure et les niveaux de tarification sont établis par le gouvernement. Les revenus sont collectés dans les coffres généraux du gouvernement. Les services d'opération ont des budgets annuels. Et ils sont hautement subventionnés pour rencontrer des objectifs sociaux. Toute la main-d'œuvre fait partie du secteur public.

**- Gestion commerciale publique**

Ce mode de gestion, a été mis en application dans le but d'atteindre un haut niveau d'efficacité. Des agences spécialisées dans la gestion, elles ont un budget séparé, une autonomie financière basée sur les revenus de la tarification et une gestion des opérations autonome tout comme une entreprise privée. En fait, tout comme dans la forme totalement gouvernementale, les employés sont du secteur public, la tarification est approuvée par le gouvernement.

Des mesures comptables (état financier, bilan financier) offrent un outil de gestion plus efficace.

**II.2.2. Gestion déléguée**

Il existe plusieurs modes de participation du secteur privé à la gestion de l'eau. On peut les diviser en quatre grandes familles : (1) Les ententes de services, (2) L'affermage ou location-bail, (3) La concession, (4) La privatisation complète (vente des actifs).

**- Les ententes de services**

Une entreprise publique peut avoir une entente contractuelle avec une entreprise privée pour la fourniture d'un service, d'un travail sur une phase spécifique de l'opération d'un réseau et ce pour un temps déterminé.

Ce type de gestion représente le transfert à une entreprise privée, par le moyen d'un contrat d'une durée limitée (généralement de 1 à 3 ans), de la responsabilité pour des services spécifiques ou des éléments d'opération et de maintenance de l'infrastructure. Les contrats de services sont habituellement limités et couvrent des activités spécifiques (voir tableau n°4).

**Tableau n° 4** : Quelques activités proposées pour des contrats de services.

<b>Champ d'activités</b>	<b>Activité</b>	<b>Contrat</b>
<b>Technique</b>	Opération	Opération et maintenance des systèmes
	Expansion	Elaboration de projets, exécution de travaux, gestion de projets
<b>Administratif/ Financier</b>	Services généraux	Nettoyage, sécurité, transports, réparation d'équipement
	Ressources humaines	Sélection du personnel, évaluation de la performance du personnel
	Financier	Comptes à recevoir, service de paye
<b>Commercial</b>	Collection	Lecture de compteur, facturation, traitement des données
	Cadastre	Maintenance et mise à jour
	Autres	Connections, remplacement de compteurs

Source : Marcel (Boyer), Michel (Patry), Pierre (J. Tremblay) : La gestion déléguée de l'eau : les enjeux. CIRANO, Montréal, Juin 1999, P ; 45.

De plus, les contrats de services peuvent permettre l'amélioration de l'efficacité, la réduction des coûts et un meilleur accès aux technologies.

Les services contractuels sont particulièrement appropriés pour des demandes occasionnelles, telles que les études et les designs d'ingénierie ou la construction d'installations quand les ressources internes sont insuffisantes.

Dans cette gestion, l'utilité publique retient la responsabilité globale du système, elle finance le fond de roulement et les immobilisations. Elle conserve toute la responsabilité des risques commerciaux pour la procuration des services. Elle contrôle aussi les contrats de services par le biais d'indicateurs de performance ; de spécifications détaillées de performance, des procédures pour vérifier la qualité des services, des évaluations des soumissionnaires, de la supervision des contractuels, de l'application des sanctions prévues aux contrats et paiement les honoraires consentis pour les services rendus, etc...

#### **- Affermage ou location-bail**

La location bail est une entente entre un propriétaire et un locataire permettant à ce dernier d'utiliser le bien du propriétaire pour une période déterminée et pour un prix convenu,

lequel est généralement payé par tranches périodiques. À la fin du bail, le locataire est tenu de rendre le bien dans un bon état.

Une caractéristique essentielle des contrats de location bail est que seul le propriétaire finance les dépenses en capital. Bien que ce dernier ait la responsabilité des risques d'investissement en capital, les risques commerciaux sont assumés par le locataire. Le fond de roulement de l'opération est aussi la responsabilité du locataire.

Des incitatifs sont nécessaires pour que le locataire maintienne un bon niveau d'efficacité. Le fait que le locataire doit collecter ses revenus des usagers, est en soit un incitatif. De plus le propriétaire (ou le gouvernement) doit avoir un système de pénalités si le locataire ne respecte pas les normes de qualité et les quantités d'eau convenues au contrat. Ces contrats sont habituellement de plus longue durée, soit de 7 à 20 ans.

#### **- Concession**

Est un contrat dans lequel le délégataire est chargé de financer les équipements nécessaires au bon fonctionnement du service et de les exploiter à ses risques et périls, moyennant le droit de percevoir des redevances payées par les usagers pour couvrir ses charges d'investissement et d'exploitation.

C'est une option avantageuse pour le secteur public puisqu'elle lui permet de relâcher sa contrainte budgétaire : la majeure partie (ou tous) des investissements étant réalisés par le secteur privé. C'est pour cette raison qu'un grand nombre de concessions sont apparues récemment dans les pays en développement.

Dans une concession, le concessionnaire a la responsabilité complète de la gestion, de la maintenance, de l'opération des services en plus du financement pour les expansions des services. Bien que les actifs originaux appartiennent au secteur public, ils sont confiés aux soins du concessionnaire qui en a l'exclusivité pour la durée du contrat. A la fin de celui-ci, tous les actifs (incluant les additions faites et payées par le concessionnaire) sont retournés en bon état au propriétaire public. L'avantage de combiner la responsabilité des opérations et des investissements chez un même intervenant permet d'inciter l'opérateur à prendre des décisions efficaces puisque les conséquences de ses choix l'affecteront directement. Cela permet aussi d'inciter l'opérateur à générer des innovations technologiques parce qu'il bénéficiera directement des améliorations.

Le contrat de concession est généralement d'une durée de 20 à 30 ans, dépendant du niveau d'investissement des infrastructures.

Le concessionnaire a des droits exclusifs pour toute la période du contrat. Si le concessionnaire n'applique pas les exigences prévues au contrat tant pour la couverture de service que pour sa qualité, il peut être contraint à payer des pénalités.

#### **- Privatisation complète (vente des actifs)**

La privatisation est caractérisée par le transfert de tous les actifs du secteur public au secteur privé. Ainsi que, l'opérateur propriétaire privé doit se soumettre à toute réglementation ou législation gouvernementale. Ce type de gestion ne représente qu'une petite minorité de cas de gestion déléguée dans le monde.

### **Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de cerner la conception des services de l'alimentation en eau potable dont nous aurons besoins dans notre étude.

Nous avons appris que, pour qu'une eau soit potable, elle doit passer par plusieurs étapes : captage, traitement, stockage, transport et enfin la distribution aux différents usagers. La réalisation de ces activités constitue des coûts lourds ; l'électricité, la maintenance, la réparation, le traitement, etc. Ce sont des coûts variables, par contre les coûts fixes sont l'investissement et renouvellement qui sont extrêmement importants dans le service. Ces derniers permettent de donner au service de l'alimentation en eau potable un caractère particulier tel que le monopole naturel.

L'AEP est un service d'intérêt général, revêt un caractère social et économique, c'est aussi une activité qui confère à l'eau un caractère de marchandise régie par une gestion publique ou déléguée (concession, affermage, etc.), elle a pour objectif de livrer aux consommateurs une eau potable, répondant aux normes de qualité, tarifée selon un barème défini par l'Etat.

***Chapitre III : Organisation des  
services d'eau potable en Algérie***

## Chapitre III : Organisation des services d'eau potable en Algérie

---

Après avoir présenté dans les chapitres précédents l'ensemble des concepts et outils relatifs aux services de l'eau potable, il nous paraît indispensable de présenter, dans ce chapitre, le mécanisme de la gestion de service public de l'eau potable en Algérie. Nous y verrons:

- Les ressources en eau en Algérie, tel que les caractéristiques, les potentialités et l'exploitation de ces ressources, et les nouvelles mesures et politiques prises par les autorités algériennes (pour en améliorer la situation).
- La gestion de l'eau potable en Algérie : son historique depuis l'indépendance jusqu'aujourd'hui, le système tarifaire appliqué à sa gestion, les coûts de service de l'eau potable et le niveau des subventions accordées, ...
- Le processus de gestion de l'eau potable au niveau de la ville de Bejaia : présentation de la ville de Bejaia, l'approvisionnement en eau potable, gestion de service.....

### I. État des lieux de la ressource de l'eau en Algérie

Cette section est conçue pour appréhender les caractéristiques, les capacités de la ressource de l'eau en Algérie, et la nouvelle politique de gestion de l'eau en Algérie

#### I.1. Caractéristiques de la ressource

L'Algérie se compte parmi les pays les plus pauvres en matière des potentialités hydriques ; en référence au seuil de rareté fixé par la banque mondiale ( $1000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{an}^{36}$ ), elle est touchée par le stress hydrique<sup>37</sup>. Cette situation tient aux caractéristiques géographiques de son territoire et qui se résument en :

- Un contexte physique peu favorable, le territoire algérien couvre une superficie de 2,38 millions de  $\text{Km}^2$ , dont 90% (2 millions de  $\text{Km}^2$ ) correspond à une zone désertique (Sahara), où les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèle d'importantes ressources en eau souterraine, elles proviennent des nappes du Sahara septentrional. Les ressources en eau superficielles sont très faibles et limitées, elles proviennent

---

<sup>36</sup> Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, projet SNAT 2025 : diagnostic territorial, Mission 1 Rapport 2, octobre 2004, P ; 11.

<sup>37</sup> Le stress hydrique est un concept créé par les Nations Unies qui donne les disponibilités en eau inférieures à  $1000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{an}$ . L'Algérie étant plus près de la pénurie (moins de  $500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{an}$ ).

essentiellement du flanc septentrional de l'atlas. En ce qui concerne le nord du pays (380000 Km<sup>2</sup>), il caractérise par un climat méditerranéen, qui dispose de ressources en eau superficielle et souterraine renouvelables.

- Les potentielles en eau pour les régions de nord du pays qui englobe les bassins tributaires de la méditerranée et les bassins fermés des hauts-plateaux, sont estimées à 19.2 milliards de mètres cubes (m<sup>3</sup>)/an, et elles sont estimées à 5 milliards de mètres cubes (m<sup>3</sup>)/an pour les régions sahariennes<sup>38</sup>.
- La pluviométrie varie de 200 mm par an sur des hauts-plateaux à 1600 mm par an sur les reliefs de l'atlas tellien en bordure de la méditerranée; ces précipitations augmentent en allant de l'ouest à l'est. Il y a donc un déficit pluviométrique d'environ 30%<sup>39</sup>.
- La pollution des ressources en eau commence à atteindre des proportions inquiétantes notamment dans la région tellienne où se trouve la plus grande partie des ressources en eau superficielle.
- Le territoire national est actuellement subdivisé en cinq régions hydrographiques (Voir la carte de l'Annexe A-1), ces régions sont les suivantes :
  - ✓ L'Oranie - Chott – Chergui.
  - ✓ Le Chellif – Zahres.
  - ✓ L'Algérois - Hodna – Soummam.
  - ✓ Le Constantinois - Seybouse –Mellegue.
  - ✓ Et un bassin hydrographique situé dans la région du sud de pays.

Ces différentes régions hydrographiques regroupant les 19 bassins versants du pays, (voir annexe A-2).

- l'Algérie est située dans une zone déficitaire, susceptible de connaître à l'avenir une sécheresse de plus en plus intense. En outre, la faiblesse de ses ressources est encore aggravée par la mauvaise répartition spatiale de cette ressource, l'irrégularité saisonnière et inter-annuelle des apports hydriques, l'érosion hydrique et l'envasement des barrages, les pertes énormes dues à la vétusté des réseaux de distribution et à la mauvaise gestion, les phénomènes de pollution, l'insuffisance des infrastructures existantes malgré les investissements importants consentis par le pays (voir l'annexe

<sup>38</sup> Ministère des Ressources en Eau, Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques ; stratégie nationale de développement économique et social, perspective décennale du secteur des ressources en eau 2004-2013, mai 2004. P, 6.

<sup>39</sup> Idem .P, 6.

A-4), les coûts sans cesse importants des investissements nécessaires à la mobilisation et au transfert des ressources en eau, et l'absence d'entretien et de maintenance, etc.

## I.2. Bilan des ressources

Selon les régions hydrographiques, les ressources en eau se répartissent en Algérie comme suit :

### I.2.1. Ressources souterraines

Ces ressources sont estimées dans le Sud à 6 milliards de m<sup>3</sup>. Elles sont difficilement exploitables et renouvelables dont 4 à 5 milliards de m<sup>3</sup> sont exploitables annuellement.

Dans le nord du pays, ces ressources ont été évaluées par les services techniques de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) et de la Direction des Grands Aménagements Hydrauliques (DGAIH) à environ 1,9 milliard de m<sup>3</sup>, elles sont relativement plus faciles à mobiliser et sont exploitées aujourd'hui à plus de 90%. Le tableau n° 5 montre sa répartition par région hydrographique. La mobilisation et l'exploitation de ces ressources, sont se fait généralement par des forages.

**Tableau n° 5** : Répartition des ressources souterraines du pays (millions de m<sup>3</sup>)

Bassin hydrographique	Oranie Chott Chergui	Chélif Zahrez	Algérois Hodna Soummam	Constantinois Mellégue Seybouse	Sud	total
Ressources disponibles	375	231	745	543	5000	6894
Ressources exploitées	284	333	720	276	1400	3013
Taux de mobilisation	75%	100%	90%	80%	34%	48%

Source : Ministère des ressources en eau 2004.

### I.2.2. Ressources superficielles

Les écoulements de surface avaient été estimés pendant la période coloniale à 15 milliards de m<sup>3</sup> <sup>40</sup>. Les récentes études menées dans le cadre de l'agence nationale des ressources hydriques et la direction des grands aménagements hydriques, estiment ces

<sup>40</sup> ARRUS- R : L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830-1962). OPU, Alger, 1985.p ; 17.



ressources à environ 12.5 milliards de m<sup>3</sup> répartis par région hydrographique selon le tableau suivant :

Tableau n° 6 : Répartition des ressources superficielles du pays (en million m<sup>3</sup>/an)

Bassin hydrographique	Oranie Chott Chergui	Cheliff Zahrez	Algérois Hodna Soummam	Constantinois Mellégue Seybouse	Sud	total
Sources superficielles	1025	1840	4380	4500	600	12400

Source : Ministère des ressources en eau 2004

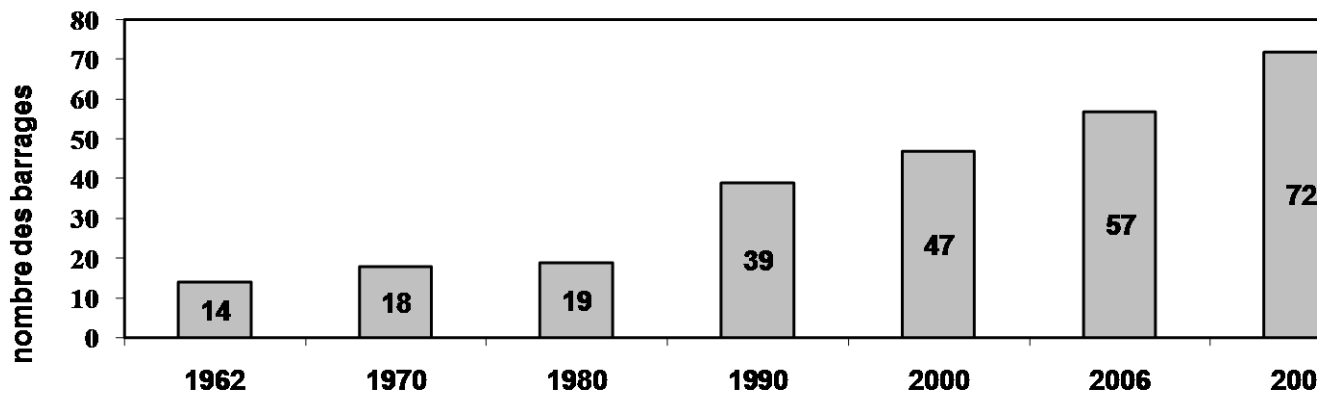
La mobilisation de ces ressources superficielles s'effectue généralement, soit par les barrages, soit par les retenues collinaires.

- **Les barrages**

Au lendemain de l'indépendance, l'Algérie comptait 15 barrages en exploitation avec une capacité de mobilisation de 6 milliards de m<sup>3</sup>/an, le plus ancien est celui de MEURAD localisé à la wilaya de Tipaza. Aujourd'hui, il y a plus de 72 barrages en exploitation avec une capacité de mobilisation de 7.4 milliards de m<sup>3</sup>/an. Dont 59 d'une capacité supérieure à 10 millions de m<sup>3</sup> et une capacité théorique de stockage arriver à 6 milliards de m<sup>3</sup>/an, soit 40% du potentiel total mobilisé, et qui devrait être 60% avec les barrages en cours de construction. Dans ce même constat, plus de 27 barrages sont en cours de réalisation et une cinquantaine (56) sont en projets<sup>41</sup>. La capacité de mobilisation estimée pour tous ces barrages va atteindre 7milliards de m<sup>3</sup>.

Dans le cadre du prochain plan quinquennal 2009-2013, il est prévu la réalisation de 5 nouveaux barrages à Frenda (Tiaret), Seklafa (Laghouat), Béni Slimane (Médéa), Soubla (M'sila) et Béni Aziz (Skikda).

<sup>41</sup> Ministère des Ressources en Eau, Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques ; stratégie nationale de développement économique et social, perspective décennale du secteur des ressources en eau 2004-2013, mail 2004. P, 22.

**Figure n° 9:** Evolution du nombre des barrages exploités

Source : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH)

- **Les retenues collinaires**

En 1979, l'Algérie comptait 44 petits barrages (retenues collinaires) avec une capacité de 21 millions de m<sup>3</sup>/an. Des 1982, le secteur hydrique lança un grand programme d'étude et de réalisation au profit du secteur agricole. Ce programme avait eu un essor considérable, surtout pendant la période 1985 à 1987, avait réalisé 667 retenues collinaires, soit une capacité totale de mobilisation de l'ordre de 90 millions de m<sup>3</sup>/an. La majorité de ces ouvrages sont localisés dans les wilayas du nord du pays. Dont 80% de l'ensemble de ces ouvrages localisés à l'échelle nationale sont opérationnels. Un programme de réalisation porte à l'horizon 2013 sur l'exécution de 627 autres retenues collinaires et la réhabilitation des 458 existants<sup>42</sup>.

### **I.2.3. Ressources non conventionnelles**

Les ressources non conventionnelles ce sont des ressources obtenues par l'épuration des eaux usées et le dessalement de l'eau de mer.

<sup>42</sup> Ministère des Ressources en Eau, Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques ; stratégie nationale de développement économique et social, perspective décennale du secteur des ressources en eau 2004-2013, mai 2004. P, 22.

### **I.2.3.1. Réutilisation des eaux usées épurées**

C'est une pratique très répandue dans le monde et essentiellement dans les régions affectées par des pénuries de ressources en eau<sup>43</sup>. En Algérie, le volume des eaux usées domestiques rejetées est d'environ de 600 millions de m<sup>3</sup>/an, et celui des eaux usées industrielles est de 220 millions de m<sup>3</sup>, ce qui pourrait constituer une alternative importante en matière de réutilisation de ces eaux à des fins d'irrigation ou industrielle dans les années à venir.

Actuellement, le réseau national d'assainissement des eaux usées totalise 38 000 km, les taux de branchement aux réseaux d'assainissement s'élèvent environ à 87% dans les agglomérations urbaines et à 65% dans les agglomérations rurales. Il y a plus de soixante (60) stations d'épurations dans l'ensemble du territoire Algérien, réparties dans les différentes régions du pays avec une capacité d'épuration de l'ordre 350 millions de m<sup>3</sup>/an. Ce chiffre passera dès 2010, à 600 millions de m<sup>3</sup>/an, soit une capacité d'épuration de l'ordre de 82%<sup>44</sup>. Ces eaux sont rejetées soit à la mer pour les agglomérations côtières, soit dans les oueds et rivières pour les agglomérations dispersées.

A l'horizon 2013 ce volume serait de plus 102 hm<sup>3</sup>/an, il sera destiné au profit de l'irrigation et de l'industrie, par la mise en place de 77 nouvelles stations d'épuration des eaux usées et la réhabilitation de 19 stations parmi les anciennes<sup>45</sup>.

### **I.2.3.2. Dessalement des eaux de mer**

L'utilisation de cette technique en Algérie a commencé depuis 1964. Aujourd'hui le dessalement de l'eau de mer est pratiqué dans 23 stations, dont des grandes stations :

-Hamma une capacité de 200 000 m<sup>3</sup>/jour, c'est la plus grande à l'heure actuelle dont la mise en service était en fin 2007, en partenariat avec le groupe américain INONICS.

-Arzew 90 000 m<sup>3</sup>/jour après sa mise en service en octobre 2005.

-Beni Saf d'une capacité de 200 000 m<sup>3</sup>/jour, créée en fin 2008.

Actuellement, le volume produit par cette technique est estimé à 127 millions de m<sup>3</sup>/an, destiné essentiellement à la consommation industrielle et agricole.

<sup>43</sup> La pénurie se déclare lorsque « la ressource ne satisfait plus la demande, en quantité ou en qualité »

<sup>44</sup> Documents internes du ministère des ressources en eau 2007.

<sup>45</sup> Ministère des Ressources en Eau, Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques ; stratégie nationale de développement économique et social, perspective décennale du secteur des ressources en eau 2004-2013, mail 2004. P, 22.

Le programme de dessalement d'eau de mer en cours comprend, la réalisation de douze autres stations de capacités variables (de 100 000 m<sup>3</sup>/jour à 500 000 m<sup>3</sup>/jour).

Au total, 43 stations qui seront réalisées à l'horizon 2019, pour répondre aux besoins domestiques nationaux<sup>46</sup>.

### **I.3.Nouvelle politique de gestion de l'eau en Algérie: « gestion intégrée »**

Le domaine de l'eau en Algérie est très compliqué, principalement par la diversité des acteurs et la fragmentation des programmes, qui nécessitent une réforme du système général de la gestion de l'eau. Malgré les lourds investissements attribués par l'Etat à ce secteur depuis l'indépendance à ce jour, la satisfaction des besoins en eau restait insuffisante, et même sa qualité n'était pas assurée d'une manière efficace.

C'est au vue de ces quelques constats que, les pouvoirs publics ont conçu une nouvelle stratégie de gestion de cette ressource en 1996, appelée « **gestion intégrée de l'eau** », elle a pour objectif d'offrir une meilleure satisfaction des besoins de la population en alimentation en eau potable et de préserver au maximum la ressource et l'environnement. C'est une politique avec laquelle on peut agir sur le circuit de l'eau dans son intégralité, en gérant en commun les différentes composantes des circuits hydraulique dans les divers niveaux, que se soit :

- ✓ Au niveau de la mobilisation-production : c'est-à-dire la mobilisation des différentes ressources (eau de surface, eau de souterraines, etc.).
- ✓ Au niveau de l'utilisation de cette ressource : qui vise l'approvisionnement en eau potable pour toute la population avec un coût minimum subit par ces derniers.

La pratique de cette politique, s'articule autour de cinq principes.

- **Le principe de l'unicité de la ressource**

Ce principe implique que la ressource en eau doit s'envisager de manière unitaire. Dans le sens toutes les initiatives, les actions en direction de cet élément doivent être nécessairement intégrées et coordonnées par l'Etat. D'après l'article 17 de la constitution de 1989 ; « l'eau est un bien collectif national, propriété de l'ensemble de la collectivité nationale ». «La rareté, la fragilité, la vulnérabilité, la disponibilité irrégulière, dans le temps et dans l'espace de cette ressource naturelle, en font un patrimoine national commun sur lequel l'attention de l'Etat

---

<sup>46</sup> Documents internes de ministère des ressources en eau 2007

s'exerce de manière privilégiée et permanente, dans le but de permettre à cette ressource d'assurer dans un minimum d'équité ses fonctions sociales et économique »<sup>47</sup>.

La mise en œuvre de ce principe est du ressort des agences régionales de l'eau<sup>48</sup> dont la mission correspond à l'organisation de la gestion de l'eau à l'échelle du bassin hydrographique.

- **Le principe de concertation**

La question de l'eau est à la fois sensible et complexe qui ne peut être objectivement traitée sans associer à la réflexion, à la décision et à l'exécution, tous les concernés (Collectivités locales, usagers, les walis, etc.). L'application de ce principe relève du comité national et des comités régionaux de l'eau.

- **Le principe de l'économie**

Ce principe stipule qu'un régime d'incitation, est nécessaire pour corriger la médiocrité et la mauvaise qualité dans la gestion de la ressource et des infrastructures. La concession et la contractualisation, la tarification économique ainsi que le fonds national de l'eau potable, constituent les principaux instruments d'application du principe d'économie<sup>49</sup>. Selon le ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire : « ...La grande faiblesse des entreprises de l'eau est liée à l'absence d'un régime d'incitation.»<sup>50</sup>

- **Le principe d'écologie**

Ce principe s'articule autour de la rareté et de la qualité de ressource en eau, ainsi que des différentes stratégies à mettre en œuvre pour la préservation et la protection de cette dernière contre tous les agents polluants. Ce fondement est aussi bien important, car une bonne politique de l'eau, ne repose pas seulement sur la sauvegarde de la ressource et son utilisation rationnelle, mais aussi par sa préservation contre la pollution.

- **Le principe de l'universalité**

L'eau est un élément naturel qui ne reconnaît aucune frontière géographique, physique, biologique ou sectorielle. Elle revêt un caractère universel, elle est l'affaire de tous. Ce principe est venu inculquer l'idée, que l'eau est l'affaire de tous et doit être la préoccupation

---

<sup>47</sup> Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, rapport sur nouvelle politique de l'eau, février 1995, p (9-10)

<sup>48</sup> Les agences régionales de l'eau sont des établissements publics à caractère industriel et commercial. Elles sont chargées essentiellement : de collecter toutes les données disponibles sur les ressources en eau, de lutter contre la pollution, d'éviter le gaspillage, etc.

<sup>49</sup> Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, rapport sur nouvelle politique de l'eau, février 1995, p 14

<sup>50</sup> Idem

de tout le monde (citoyens, administrations, entreprises de gestion, entreprises industrielles, agriculteurs...) <sup>51</sup>.

Pour mener à bien cette nouvelle politique, cinq agences des bassins hydrographiques et cinq comités de bassins (Elus locaux, administrateurs, usagers), ont été créés couvrant la totalité du territoire algérien, ce sont des établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC), réparties sur l'ensemble du territoire national.

Les missions principales de ces agences et comités, sont de réaliser des plans d'utilisation des ressources en eau, d'une manière à rationaliser la maîtrise de la ressource en eau et sa gestion, éviter le gaspillage et lutter contre la pollution.

Dès l'approbation de cette politique, des réformes institutionnelles importantes ont été engagées récemment <sup>52</sup> comme

- ✓ La création d'un ministère spécifique des ressources en eau (1999).
- ✓ La restructuration du secteur, réalisée par la création de l'Algérienne Des Eaux (ADE), et l'Office National d'Assainissement (ONA) en 2001.
- ✓ L'engagement d'une réforme de la tarification.
- ✓ La réduction des déperditions sur le réseau (estimées à 40%).
- ✓ L'effort de mobilisation des ressources (projets de barrages).

Les grands axes de la stratégie du ministère sont de maîtriser les connaissances (ressources, besoins), de protéger le patrimoine existant, de mobiliser les ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles et d'adopter une nouvelle stratégie de gestion. Cette stratégie devra inclure les réformes institutionnelles et juridiques, l'introduction de nouvelles formes de partenariat avec le secteur privé, la gestion de la demande, la révision du système tarifaire, un programme de communication et de sensibilisation à l'économie de l'eau et à la préservation de la qualité.

## **II. Gestion des services de l'eau potable en Algérie**

Dans cette section, nous allons évoquer successivement ; historique de la gestion de service de l'eau potable en Algérie, présentation de l'ADE, financement et la qualité du service.

---

<sup>51</sup> Idem, p36

<sup>52</sup> Ministère des Ressources en Eau (MRE) ; communication sur la stratégie du secteur des ressources eau. Juin 2002.

## II.1. Historique de la gestion de services de l'eau potable

La gestion du système de production et de distribution de l'eau potable en Algérie a été assurée par les communes (collectivités locales) jusqu'à la fin des années soixante. Des cette période (début des années soixante dix) les pouvoirs publics avaient commencé à donner de l'importance à la gestion de cette ressource, ils ont créé sous le décret n°70-82 du 23 novembre 1970 une société dénommée : Société nationale de distribution d'eau potable (SONADE)<sup>53</sup>, qui a pris en charge la production et la distribution de l'eau servant à l'alimentation de la population et des zones industrielles et touristiques sur l'ensemble du territoire national.

La création de la SONADE devait permettre :

- ✓ d'assurer l'approvisionnement de la population en eau potable en qualité et en quantité suffisante.
- ✓ de participer substantiellement les consommateurs à la couverture de certains coûts de ce service.

En 1974 les communes reprenaient la responsabilité de la distribution d'eau, sous l'instruction du ministère de l'intérieur. Avec la promulgation de l'ordonnance n°74-01, les attributions du SONADE sont limitées seulement à la gestion des infrastructures de production.

En 1977, sous le décret n° 13-77 du 19 avril 1977, la direction régionale de la SONADE au niveau d'Alger a été dissolue, la société de wilaya d'Alger (SEDAL), chargée de la gestion des installations d'alimentation en eau potable et d'assainissement sur le territoire de la wilaya d'Alger a été créée, pour mieux gérer l'agglomération Algérienne en alimentation en eau potable.

En 1981, un décret 81-339 de décembre 1981 annonce que les activités de la SONADE sont transférées aux collectivités locales (wilayas et communes).

Puis en 1983, c'était la dissolution de la SONADE et la création de 17 entreprises régionales sous le décret n°83-33 du 14 mai 1983, ayant en charges les mêmes missions que SONADE dans leurs zones géographiques, pour prendre en charge la gestion et l'exploitation des installations d'alimentation en eau potable et d'assainissement sur l'ensemble du territoire national (2 à 4 wilayas par entreprise), l'objectif est de mieux gérer l'ensemble des différentes régions du pays.

---

<sup>53</sup> Décret exécutif n° 70-82 du 23 novembre 1970 portant création de société nationale de distribution d'eau potable (SONADE), journal officiel.

En 1987, il décida le partage de responsabilité entre le pouvoir central et les collectivités locales, qui s'est traduit par la réduction du nombre d'entreprises régionales à 9 établissements publics régionaux d'eau (EPE) couvrant 22 wilayas (voir le tableau n°7), et la création de 26 établissements publics de la wilaya dénommées Entreprise de Production et de Distribution des Eaux Ménagères Industrielles et Assainissement (EPDEMIA) de wilayas, par délibération des Assemblées Populaires de Wilaya (APW)<sup>54</sup>. Les missions de ces entreprises (régionales et locales) sont :

- La production et le traitement de l'eau.
- L'approvisionnement en eau potable.
- La gestion et l'entretien des stations d'épuration des eaux usées.
- L'étude et l'exécution des travaux annexes tels que les branchements, réalisation des petits ouvrages, etc.

Le tableau n° 7 illustre les différentes entreprises régionales selon leurs couvertures géographiques.

**Tableau n° 7 : Répartition des entreprises régionales selon les régions hydrographiques.**

<b>Entreprises régionales</b>	<b>régions de service</b>
Alger	Alger, Boumerdes, Tipaza
Annaba	Annaba, El taref
Constantine	Constantine, Mila, Jijel
Chlef	Chlef, Ain Defla
Oran	Oran, Mascara, Ain temouchent, Tlemcen
Médéa	Médéa, Blida
Tiaret	Tiaret, Tissemsilet
Sétif	Sétif, Bordj-Bou-arreridj
Tizi Ouzou	Tizi Ouzou, Bouira

Source : Mémoire d'ingénieur en planification et statistique (INPS) 2004 : contribution à l'analyse de la gestion de l'eau en Algérie à travers un instrument de régulation : la tarification, réalisé par Bessaha Samir et Boularias Omar, p : 27

<sup>54</sup> Décret exécutif n° 85-164, du 22 Ramadan 1405 correspondant au 11 juin 1985 portant création entreprise de production et de distribution des eaux ménagères industrielles et assainissement (EPDEMIA).



En 1992, ces établissements (régionaux et locaux) sont transformés, à des Etablissements Publics à caractère Industriel et Commercial (EPIC)<sup>55</sup>. Durant cette période le service public de l'eau potable est géré par plusieurs organismes<sup>56</sup> :

- ✓ Agence de l'Eau Potable (AGEP) : chargée essentiellement de la maîtrise d'ouvrage de projets et accessoirement du soutien en formation et assistance aux établissements de gestion.
- ✓ 40 % des communes du pays, dont 258 communes soit une population de 7 millions d'habitant sont gérées par 26 établissements de wilaya (EPDEMIA), et 351 communes soit une population de 13 millions d'habitants sont gérées par 9 établissements nationaux.
- ✓ 60 % des communes (932 communes), assurent leur propre service public par une gestion directe (gérée par les communes). Selon le code communal précise clairement les prérogatives de la commune en matière de service public de l'eau, l'article 107 de la loi du 07 avril 1990 stipule la commune à la charge de la préservation de l'hygiène publique notamment en matière : « De distribution d'eau potable, d'évacuation et de traitement des eaux usées, de lutte contre les vecteurs de maladies transmissibles, etc. », de même que l'article 132 de la même loi précise que « La commune crée des services publics communaux en vue de satisfaire les besoins collectifs de ses citoyens, notamment en matière d'eau potable, d'assainissement et d'eaux usées, etc. » .

En 2001, une nouvelle entreprise à été créée dénommée « Algérienne Des Eaux (ADE) » dont l'objectif est d'améliorer la gestion du service. Elle a intégré directement l'AGEP et les 9 EPIC régionaux précédemment chargés de la gestion de différentes opérations liées au service public de l'eau, puis l'intégration des autres entreprises (26 entreprises locales (EPEDEMIA) progressivement<sup>57</sup>.

Actuellement, le service de l'alimentation en eau potable est géré par les établissements de l'Algérienne des eaux sur le territoire national sinon par les régies communales (notamment dans les régions rurales).

---

<sup>55</sup> Le statut d'EPIC permettra la mobilisation de moyens humains, matériels et financiers assurant une meilleure prise en charge de la gestion, l'exploitation et la maintenance des infrastructures stratégiques.

<sup>56</sup> Sedec SA : Algérie ; construire l'avenir. Revue supplément au MOCIN°1706 DU 09 JUIN 2005. P 91.

<sup>57</sup> Ministère des Ressources en Eau, Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques ; stratégie nationale de développement économique et social, perspective décennale du secteur des ressources en eau 2004-2013, mail 2004. P ; 19.

## II.2.ADE : Acteur clé de la gestion de service de l'eau potable en Algérie

Algérienne des eaux est un établissement public à caractère industriel et commercial, créée sous la tutelle du ministère des ressources en eau, par le décret exécutif n°01-101 du 27 Moharrem 1422 correspondant au 21 avril 2001<sup>58</sup>, son siège social est localisé à Alger. Elle est chargée de la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable en Algérie<sup>59</sup>.

La création de cette entreprise s'inscrit dans le cadre du programme du gouvernement pour la recherche de la meilleure gestion du service. Elle est chargée d'assurer, sur tout le territoire national la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge des activités de gestion des différentes opérations suivantes<sup>60</sup> : Production, transfert, traitement, stockage, adduction, distribution et approvisionnement en eau potable et industrielle, ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures s'y rapportant.

L'Algérienne des eaux est structurée en cinq agences régionales subdivisées en 16 zones (voir annexe A-6), couvrant l'ensemble du territoire national dans le cadre du découpage hydrographique, chaque zone gère jusqu'à quatre unités (au total il y a 49 unités sur le territoire national). Et chaque unité possède plusieurs agences réparties sur les différentes communes de la wilaya.

La zone d'Alger, actuellement est gérée par l'entreprise de SEEAL (Société de l'eau et de l'assainissement d'Alger), chargée de la gestion déléguées des eaux de la wilaya d'Alger pour une durée de cinq ans, depuis sa création en 01/04/2006 par les capitaux conjoints de l'Algérienne des Eaux (ADE) et l'Office National de l'Assainissement (ONA) et managée par le groupe français SUEZ. L'objectif de cette unité est de mieux assuré la politique de l'alimentation de l'eau potable au niveau de la wilaya d'Alger. Elle est chargée de la production, du transport, du traitement, du stockage et de l'alimentation en eau potable dans la wilaya d'Alger.

Actuellement, l'ADE gère plus de 815 communes sur le territoire national avec une population desservie de l'ordre de 24 millions d'habitants, elle dispose 2 400 000 abonnés et 20 530 employés, elle gère les infrastructures suivantes<sup>61</sup> :

- Réseau d'AEP : 34 900 Km

<sup>58</sup>Décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharram 1422 correspondant au 21 avril 2001 portant création de "l'Algérienne des eaux", journal officiel n°46.

<sup>59</sup> Ministère des ressources en eau, document ; le secteur de l'eau en Algérie ,2003.

<sup>60</sup> ZAIER Hocine, Réseau International des Centres de formations aux métiers de l'Eau, Assemblée Constitutive du Réseau, Paris 19-21 novembre 2008 ; Expérience de l'Algérienne des Eaux en matière de formation.

<sup>61</sup> Documents internes de l'ADE, Décembre 2009.

- Forages : 2 054
- Stations de pompage : 750
- Stations de traitement : 36

### **II.3.Financement de service public de l'eau potable**

Cette sous section porte l'étude sur la tarification de l'eau potable en Algérie et son évolution, les coûts de service et les subventions accordées.

#### **II.3.1.Evolution de la tarification de l'eau potable**

L'alimentation en eau potable en Algérie depuis l'indépendance a été satisfaite parfaitement par les ressources en eau souterraines, avec des coûts de production et de distribution relativement faible, dans cette période la tarification appliquée est quasi gratuite, dont l'objectif est facilité d'accès les citoyens à cette ressource.

Avec la croissance démographique important surtout au début des années 70, le déséquilibre entre les besoins en eau potable de cette population et l'alimentation par ces ressources, commence à avoir lieu. Pour y faire face, les autorités publiques ont amené à mobiliser de plus en plus des ressources superficielles. Ces eaux ont exigé des investissements lourds et des coûts très élevés (comme la construction des barrages). L'augmentation de ces coûts a mis les entreprises de gestion dans des situations financières déficitaires.

A partir de l'année 1985, un système de tarification a été mis en place, appliqué selon les principes fixés par le code des eaux de 1983. Ce système tarifaire a été codifié par le décret n°85-267 du 29 octobre 1985, qui fixe un tarif de base national de 1 DA/m<sup>3</sup> selon les différentes catégories d'usage qui sont : les ménages, administrations et établissements publics, service et artisan, industrie et tourisme et selon les différentes tranches de consommation, qui sont déterminées par référence au tarif de base et aux coefficients multiplicateurs (voir tableau 10).

Des ajustements du système tarifaire ont été enregistrés en 1991 et 1996 par la redistribution des tranches de consommation et par l'augmentation des coefficients multiplicateurs. Ces ajustements sont fondés principalement sur le principe d'équilibre des charges d'exploitation. Les tarifs de base ont été révisé en 1991 à 1.55 DA/m<sup>3</sup> puis à 3.6

DA/m<sup>3</sup> en 1996<sup>62</sup>. Ces augmentations successives, visaient principalement la prise en compte des augmentations des prix de facteurs (salaires, énergie et produits de traitement).

Avec la transition vers l'économie de marché, l'Algérie est appelé à satisfaire certaines conditions exigées par les organismes internationaux (le fond monétaire international et la banque mondiale) ; parmi ces conditions, on cite la pratique du prix réel de l'eau, qui consiste à augmenter le prix de l'eau de 10% par an depuis avril 1994 et sur dix ans, jusqu'en 2005<sup>63</sup>. L'objectif de cette augmentation est l'élimination graduelle des subventions par une participation progressive des usagers de l'eau dans la couverture de l'ensemble des coûts<sup>64</sup>. Cependant ces conditions ne sont pas prises parfaitement dans l'application.

En 1998 introduit la notion des zones tarifaires, le tarif de base est régionalisé avec la mise en place de 10 zones tarifaires<sup>65</sup>, selon les critères des charges d'exploitation des entreprises, comme l'illustre le tableau n° 8.

**Tableau n° 8 :** Tarifs de base appliqués en 1998, selon les zones territoriales.

Zone	Unité DA/M <sup>3</sup>	Wilayas
Première zone	3.60	Biskra, Djelfa, El oued, Ghardaia, Msila, Tbessa
Deuxième zone	3.60	Ain-defla, Mostaganem, Oran, Rélizane, tipaza
Troisième zone	3.60	Batna, Constantine, Jijel, Khenchela, Mila, Sétif
Quatrième zone	3.60	Bechar, El-bayadh, Naama
Cinquième zone	3.80	Alger, Blida, Boumerdes
Sixième zone	3.60	Annaba, El-tarf, Guelma, Oum-el-Bouagi, Skikda, Souk-Ahras
Septième zone	3.70	Adrar, Laghouat, Ouargla, Tiaret
Huitième zone	4.00	Ain-timouchent, Mascara, Saida, Sidi bel-abbes, Tlemcen.
Neuvième zone	4.30	Béjaia, Bouira, Tizi-Ouzou, Bordj bouarreridj, Chlef, Médéa.
Dixième zone	4.50	Illizi, Tamanrasset, Tindouf

Source : Décret n°98-156, du 16 mai 1998. Journal officiel.

<sup>62</sup> Décret exécutif n°96-301 du 15 septembre 1996 définissant les modalités de tarification de l'eau potable, industrielle, agricole et pour l'assainissement ainsi que les tarifs y afférents (JO n°53/96).

<sup>63</sup> BOUYACOUB Ahmed : Monnaie, prix et ajustement, problèmes de la transition en Algérie. Les Cahiers du CREAD. N°57-3<sup>ème</sup> trimestre 2001. P ; 93.

<sup>64</sup> Idem.

<sup>65</sup> Décret exécutif n°98-156, du 19 Moharram 1419 correspondant au 16 mai 1998. Fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents.

Ces tarifs ont été augmentés en 2005, et restés fixe jusqu'aujourd'hui, ils sont déterminés selon le principe de progressivité des tarifs, et selon le principe des zones correspondantes aux bassins hydrographiques<sup>66</sup>.

- Le principe de progressivité des tarifs, qui est pratiqué aux différentes catégories d'utilisateurs et tranches de consommation trimestrielle, en multipliant le tarif de base par les coefficients tarifaires, comme l'indique le tableau n°9.

**Tableau n° 9 :** Barème des tarifs applicables en 2005 aux différentes catégories d'utilisateurs et tranches de consommation

Catégories d'utilisateurs	Tranches de consommation	Coefficients multiplicateurs	Tarifs applicables (unité: tarif de base DA/m3)
<b>Catégorie I: les ménages</b>			
1ère tranche	jusqu'à 25 m3/trim	1.0	1.0 unité
2ème tranche	de 26 à 55 m3/trim	3.25	3.25 unités
3ème tranche	de 56 à 82 m3/trim	5.5	5.5 unités
4ème tranche	supérieur à 82m3/trim	6.5	6.5 unités
<b>Catégorie II</b>			
Les administrations	uniforme	5.5	5.5 unités
Les artisans et les services du secteur tertiaire	uniforme	5.5	5.5 unités
<b>Catégorie III</b>			
les unités industrielles et touristiques	uniforme	6.5	6.5

Source : Décret n° 05-13 du 9 janvier 2005, journal officiel n°5.

Ces différents tarifs, sont calculés sur la base du coût de service public d'alimentation en eau potable et de sa répartition entre les différentes catégories d'utilisateurs et tranches de consommation d'eau. La première catégorie est composée par plusieurs tranches de

<sup>66</sup> Décret exécutif n° 05-13 du 28 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 9 janvier 2005 fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents. (J.O n°05).

consommation. La première tranche parfois appelée «tranche sociale», est destinée à couvrir les besoins minimaux d'une famille et elle est facturée au prix minimum correspondant au coût de production. Le prix de vente augmente ensuite très rapidement pour les tranches supérieures. L'avantage de ce principe, est d'une part d'assurer aux usagers domestiques la fourniture à un tarif social d'un volume d'eau suffisant pour la satisfaction des besoins vitaux, et d'autre part de réguler la demande correspondante aux consommations élevées des différentes catégories d'usagers.

- Le principe des zones correspondantes aux bassins hydrographiques est illustré dans le tableau n° 10 ci-après.

**Tableau n° 10 :** Tarifs de base appliqués en 2005, selon les zones territoriales<sup>67</sup>.

Zone tarifaire territoriale	Tarif de base en DA
Alger, Oran, Constantine	6.30
Chlef	6.30
Ouargla	5.80

Source : Décret n° 05-13 du 9 janvier 2005, journal officiel n°5.

Ces tarifs sont appliqués selon l'objet de barèmes spécifiques à chaque zone tarifaire territoriale.

Le tableau n°11 résume l'évolution du prix de l'eau potable depuis 1985 (notons que le prix en 2005 est le même de celui pratiqué actuellement).

<sup>67</sup> Les zones tarifaires territoriales citées dans le tableau n°10, sont gérées par les différentes agences régionales de la direction générale de l'algérienne des eaux (ADE)

**Tableau n° 11 : Evolution du prix de l'eau potable**

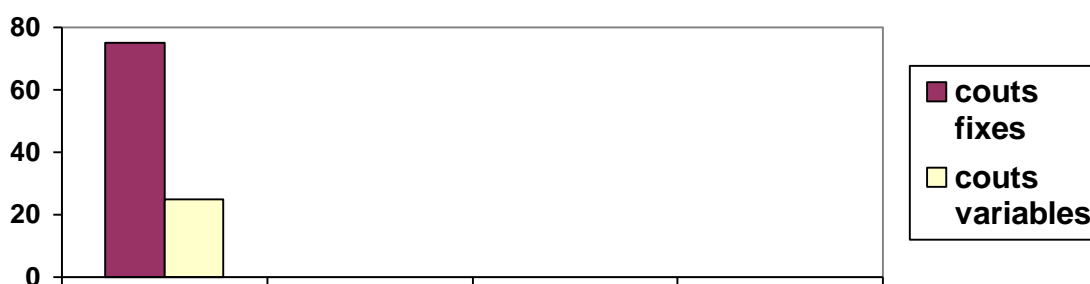
		Tarifs applicables (unité: tarif de base DA/m3)									
Catégories	Tranches (m <sup>3</sup> /an)	1985	1991	1992	1993	1994	Tranche m <sup>3</sup> / Trim	1996 1 <sup>er</sup> augm	1996 2 <sup>ème</sup> augm	1998	2005
Ménages	0 – 110	1	1.55	1.65	1.65	2.20	0 - 25	3.01	3.60	3.8	6.30
	111 – 221	1	1.55	1.65	4.12	5.50	26 - 55	7.52	11.70	12.35	20.48
	221 – 330	1.75	2.71	2.89	7.01	9.35	56 - 82	12.79	19.80	20.90	34.65
	+ 330	2.50	3.88	4.12	8.25	11.00	+ 82	15.05	23.40	24.70	40.95
Administration	Tranche unique	2.50	3.88	4.12	7.01	9.35	Tranche unique	16.20	16.20	17.10	34.65
Commerce et service	Tranche unique	2.50	3.88	4.12	7.01	9.35	Tranche unique	19.80	19.80	20.90	34.65
Industrie et tourisms	Tranche unique	3.00	4.65	4.95	8.25	11.00	Tranche unique	23.40	23.40	24.70	40.95

Source : Différents documents consultés de l'ADE.

### II.3.2. Coûts de services de l'eau potable

Les coûts de service de l'eau potable en Algérie sont évalués ces dernières années comme suite : 75% sont des coûts fixes et le reste (25%) sont des coûts variables.

Figure n° 10: Coûts de service de l'eau potable en Algérie



Source : Différents documents consultés du ministère des ressources en eau et de l'Algérienne Des Eaux

- Les coûts variables appelés aussi les coûts de gestion, sont l'ensemble des charges proportionnelles au volume produit comme : la masse salariale, les fournitures (les pièces de rechange, les machines, les véhicules, les frais généraux, etc.), l'énergie, les produits de traitement de l'eau, etc. Ils représentent soit 221 millions de dollars (15.5 milliards de dinars)

par an, ces montants sont répartis approximativement entre l'ADE et les communes comme suit<sup>68</sup> :

- ✓ 4.6 milliards de dinars par an dépensés par les APC.
- ✓ 10.8 milliards de dinars par an dépensés par l'ADE

• Les coûts fixes, sont l'ensemble des dépenses liées à l'investissement et le renouvellement des réseaux et des machines de la production. En moyen la valeur de renouvellement des infrastructures d'AEP est estimée à 16.9 milliards de dollars par an<sup>69</sup>.

Le tableau ci-dessous indique le coût total de production d'un mètre cube d'eau potable produit selon les eaux conventionnelles (souterraines et superficielles) dans certaines régions du pays.

**Tableau n° 12 :** Coût total d'un mètre cube d'eau potable dans certaines wilayas (en DA/m<sup>3</sup>).

régions	Eau souterraine	Barrages locaux	Retenues collinaires	Importation autres barrages	Coût moyen pondéré
Chlef	25.9	31.95	43.29	36.79	32.13
Tlemcen	24.12	33.93	41.83	-	32.47
Alger	-	33.14	-	47.86	40.84
Skikda	24.03	36.27	42.88	-	35.55
Mostaganem	26.13	33.68	43.08	31.08	33.34
Oran	24.21	-	-	51.91	46.52
Boumerdes	24.37	37.79	42.99	43.2	37.51
Tipaza	24.64	42.75	43.26	-	42.81
Ain témouchent	24.73	38.36	41.7	100	40.68

Source : BENACHENHOU Abdelatif : Le prix de l'avenir ; le développement durable en Algérie. Thotm éditions. Paris, 2005; p67.

<sup>68</sup>BENACHENHOU Abdelatif : Le prix de l'avenir : le développement durable en Algérie. Thotm éditions. Paris, 2005; p58.

<sup>69</sup> Idem, p58.



### II.3.3. Facture de l'eau potable et le niveau de subvention

La facture de l'eau potable en Algérie est calculée, par trimestre par l'intégration de cinq éléments:

- **La tarification du service de l'eau potable**

Ce tarif concerne la production et la distribution de l'eau potable. Il est établi sur la base de la formule suivante ;  $Y=ax +b$ .

- ✓ (b) : une partie fixe qui comporte la redevance fixe d'abonnement et couvrant la location, l'entretien du compteur ainsi que l'entretien du branchement. Elle est actuellement fixée par un barème particulier avec des montants progressifs selon les différentes catégories d'usages, et elle est fixée en fonction de diamètre du compteur conformément au cahier des charges.
- ✓ (a) : une partie variable qui se base sur l'application du barème des tarifs au volume d'eau réellement consommé.

Le cas des abonnés sans compteurs, la facturation est établie sur la base d'une consommation forfaitaire dépendant du type d'habitation et du diamètre du branchement sans redevance fixe d'abonnement.

Le cas des abonnés dont le compteur est défectueux la facturation est faite sur la base des trois dernières facturations correspondantes aux consommations réelles avant l'arrêt du compteur.

Actuellement, les recettes de la tarification des services de l'eau potable couvrent les charges d'exploitation et d'entretien courantes, les infrastructures de production, de distribution de l'eau potable, ainsi que les charges commerciales.

- **La tarification du service de l'assainissement**

Elle est déterminée sur la base d'une taxe de 20% appliquée au montant de la consommation d'eau. Le produit de cette tarification est collecté par les établissements de l'eau et versé aux communes.

- **La Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA)**

La valeur de TVA appliquée est de 7%, elle est calculée sur la base du montant facturé de la consommation d'eau et de l'assainissement ainsi que sur la redevance fixe d'abonnement.

- **La redevance de gestion**

La redevance de gestion concerne les installations de production et de distribution d'eau, elle est facturée à 3DA sur chaque mètre cube d'eau facturé. Les recettes de cette redevance sont collectées par les établissements de gestion et versées à l'Etat, par l'intermédiaire du Fonds National de l'Eau Potable (FNEP) créée par la loi de finance de 1995 (Article 134), en vue de financer partiellement les investissements de renouvellements et d'extension en matière d'eau potable.

- **La redevance « économie de l'eau » et « protection de la qualité de l'eau »**

Le taux pour chaque redevance est calculé sur les montants facturés, il est 4% pour les wilayas du nord et 2% pour les wilayas du sud. Les recettes de ces deux redevances sont versées au Fonds National de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (FNGIRE) créée par la loi des finances 1996 (article 197), en vue de financer les subventions aux agences de bassins hydrographiques, ces agences ont pour mission notamment de contribuer aux actions d'incitation à l'économie de l'eau et à la préservation de sa qualité.

En réalité, la tarification actuelle appliquée au niveau national se trouve dans l'impossibilité de prendre en charge efficacement la totalité des coûts de mobilisation de l'eau, elle est largement loin du coût de revient. En effet, le m<sup>3</sup> d'eau dessalée coûte en moyenne 48 DA et celui de l'eau produite par l'Algérienne des eaux coûte 29 DA, par contre le citoyen n'a jamais payé en moyenne plus de 19 DA. Le coût de revient est la somme de plusieurs éléments, qui se compose du coût de la collecte et de la mobilisation, de celui de la distribution de l'eau potable jusqu'aux robinets des consommateurs et de celui de la maintenance des ouvrages. Comme les redevances des usagers ne couvrent que certaines dépenses courantes (énergie, frais de traitement ...), alors la différence entre le coût de revient et le tarif appliquée étant prise en charge par l'Etat sous la forme de subvention implicite tirée du budget de l'Etat. Le tableau n°13 présente les subventions accordées par l'Etat.

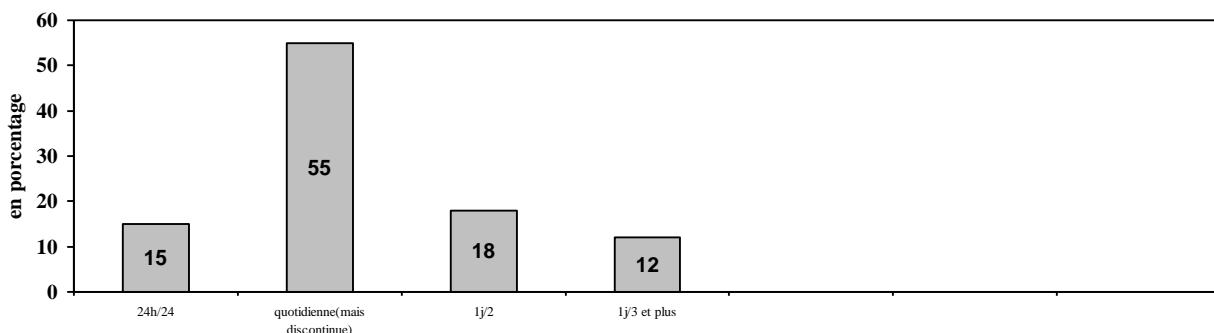
**Tableau n° 13 : Niveau de subvention en pourcentage.**

Catégories d'usagers	Tranches de consommation	La part de subvention (%)
<b>Catégorie I: les ménages</b>		
1ère tranche	jusqu'à 25 m <sup>3</sup> /trim	60
2ème tranche	de 26 à 55 m <sup>3</sup> /trim	65
3ème tranche	de 56 à 82 m <sup>3</sup> /trim	56
4ème tranche	Supérieur à 82m <sup>3</sup> /trim	35
<b>Catégorie II</b>		
Les administrations	Uniforme	28
Les artisans et les services du secteur tertiaire	Uniforme	20
<b>Catégorie III</b>		
les unités industrielles et touristiques	Uniforme	8

Source : BENACHENHOU Abdelatif : Le prix de l'avenir ; le développement durable en Algérie. Thotm éditions. Paris, 2005; p 56.

#### II.4. Qualité du service public de l'eau potable

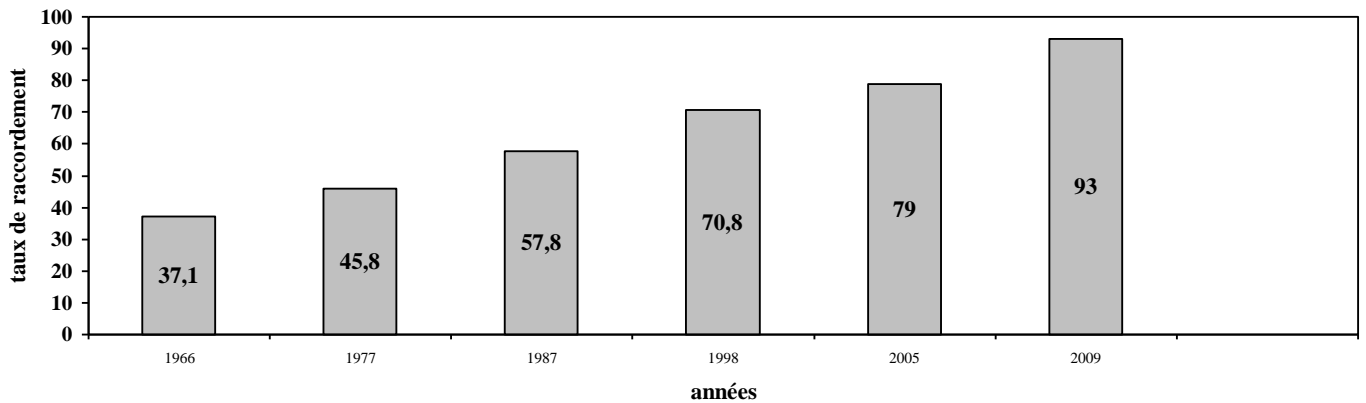
Selon les données du ministère des ressources en eau, actuellement la dotation moyenne en alimentation en eau potable est de l'ordre de 165 litres/habitant/jour, la fréquence de distribution de l'eau pour les 1541 communes est illustrée dans la figure n° 11.

**Figure n° 11: Fréquence de la distribution de l'eau potable**

Source : Ministère des ressources en eau.

Les taux de raccordement aux réseaux publics d'eau potable ont évolué de façon appréciable, notamment avec l'accroissement démographique, ce qui exige une demande de plus en plus importante en alimentation en eau potable, comme l'illustre la figure ci-dessous.

Figure n° 12 : Evolution du taux de raccordement aux réseaux de l'AEP (1966-2009)



Source : Utilisation des différents documents consultés

### III. Processus des services d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia

Dans cette section, nous allons rappeler le processus des services de l'eau potable au niveau de la ville de Béjaia, en présentant l'approvisionnement en eau potable, la gestion de service, etc. Mais avant tout, il est utile de présenter la ville concernée.

#### III.1. Présentation de la ville de Béjaia

La présentation de la ville de Béjaia touche les plans géographique, climatologique, et démographique.

- **Situation géographique**

La ville de Béjaia est située du nord-centre de la wilaya de Béjaia, elle est délimitée par :

- ✓ Au nord, la mer méditerranée.
- ✓ Au sud, la commune de Oued Ghir.
- ✓ A l'est, la commune de Tala Hamza.
- ✓ A l'ouest par la commune de Toudja.

- **Situation climatologique**

La ville de Béjaia reçoit des précipitations en moyenne de 670 à 1000 mm par an (soit 88 à 99 jours de pluie). Son climat est typiquement méditerranéen : les étés sont chauds et secs, les hivers doux et humides, les températures moyennes 25° en août et 12° en janvier.

- **Situation démographique**

La ville de Béjaia a connu une grande évolution démographique depuis l'indépendance jusqu'à ce jour. Elle comprend actuellement la totalité de la population de la commune (plus de 97%). En effet, les estimations démographiques fournies par les services de la Direction de Planification et de l'Aménagement des Territoires (D.P.A.T), obtenues en 2008, la population de la ville de Béjaia est estimée à 177988 hab. Le tableau n° 14 retrace son évolution (1998-2025).

**Tableau n° 14:** Evolution de la population de la ville de Béjaia.

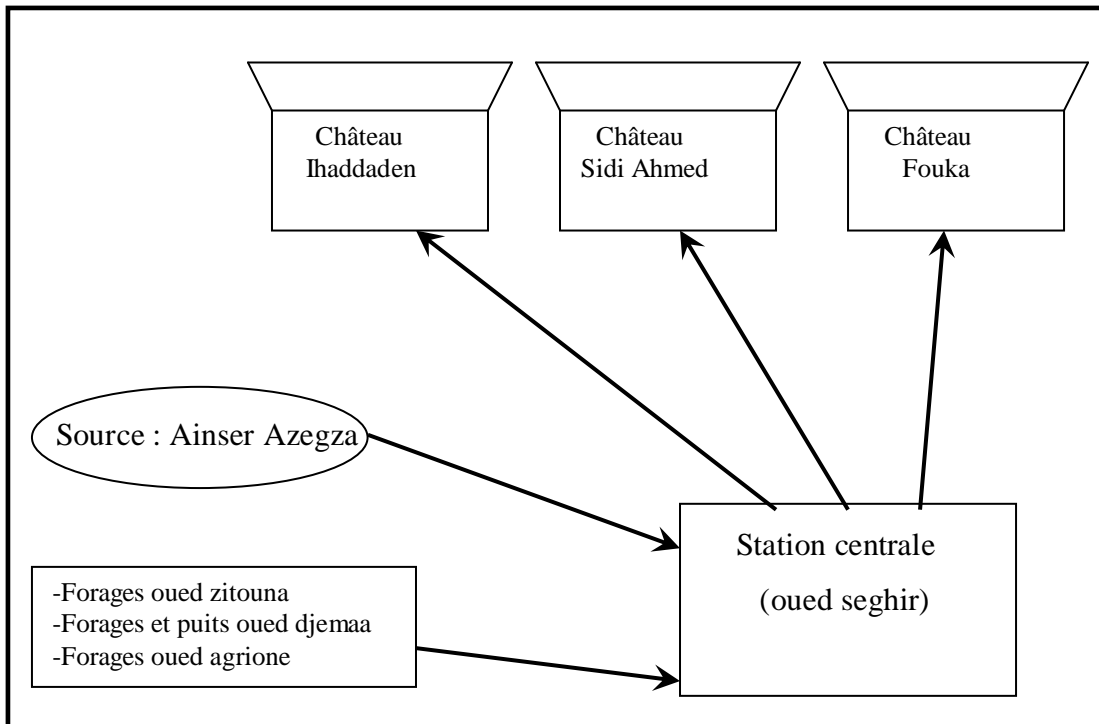
Année	Nombre d'habitants
1998	150195
2008	177988
2025*	352640

(\*) : Estimation de l'évolution de la population de la ville de Béjaia d'ici 2025.

Source : Direction de Planification et de l'Aménagement des Territoires de Béjaia (D.P.A.T)

### III.2.Approvisionnement en eau potable de la ville de Béjaia

L'approvisionnement en eau potable de la ville de Béjaia provient de la source de Kherrata (Ainsar Azegza), et d'un ensemble de forages et puits situés à oued Djemaa, oued Zitouna et oued Agrioune comme l'illustre la figure n°13.

**Figure n° 13:** Schéma général d'approvisionnement en eau potable de la ville de Béjaïa<sup>70</sup>

Source : ADE de Béjaïa

✓ **Source Ainsar Azegza (Kherrata)**

C'est une source construite en 1954, située dans la commune de Kherrata, avec un débit varie entre 280 l/s pendant la période d'été et 650 l/s pendant la période hivernale.

✓ **Puits et forages oued Djemaa**

Ils sont localisés entre Aokas et Tichy, le premier puits a été creusé en 1942, puis deux autres en 1960 et les deux derniers en 1974. Actuellement trois puits et deux forages fonctionnent, les deux autres puits ont été abandonnés. Le débit actuel des puits et des forages est de 120 l/s.

✓ **Forages oued Zitouna**

Il a été réalisé quatre forages entre 1967 et 1976 qui sont localisés à Aokas. Deux ont été mis en service en 1979 et les deux autres en 1980. Le débit des forages est de 300l/s.

✓ **Forages oued Agrioune**

Oued Agrioune situé au nord-est de la wilaya de Béjaïa, il est considéré comme l'un des plus importants oueds de la wilaya de Béjaïa, il prend cours à l'amont de la commune de

<sup>70</sup> Pour plus en détail voir l'annexe B.

Kherrata et traverse la commune de Darguina. La mobilisation de cette ressource est collectée par cinq forages qui ont été réalisés en 1989, dont quatre ont été mis en service en 1992 et le cinquième (F6) en 2005.

Le tableau ci-dessous illustre la production annuelle de ces différentes ressources<sup>71</sup>.

Tableau n° 15 : Production annuelle de l'eau pour la ville de Béjaia en 2008.

Ressource	Production annuelle (en m3)
Forages oued Agrione	1700900
Forages oued Zitouna	4192091
Puits et forages oued Djemaa	3838427
Source bleue	10734818

Source : ADE de Béjaia ; résultats 2008

#### ✓ Barrage de Tichy-Haf

Ce barrage considère comme une nouvelle ressource pour les années à venir, afin de répondre aux différents besoins (AEP, irrigation, usage industriel ...) des régions de la wilaya de Béjaia, situé dans la daira d'Akbou à 80 Km au sud –ouest de Béjaia, sa réalisation a commencé depuis 1988 et achevé en an 2008, d'une capacité de 75 h m<sup>3</sup><sup>72</sup>. D'après le personnel de l'ADE (service technique), la ville de Béjaia bénéficiera de cette ressource pour ses différents besoins notamment en alimentation en eau potable à partir du mois d'août 2010.

### III.3. Gestion des services d'eau potable dans la ville de Béjaia

Actuellement, les services de l'eau potable dans la wilaya de Béjaia sont gérés en majeure partie par les régies communales, qui totalisent 38 communes sur les 52 existantes<sup>73</sup>. Par contre, les 14 autres communes sont gérées par l'ADE y compris la commune de Béjaia, qui assure sa gestion par trois agences de l'ADE : Agence de Béjaia ville, agence quartier Seghir, agence Ihaddaden.

<sup>71</sup> La source ainsar azegza et forages oued agrione alimentent uniquement la ville de Béjaia par une conduite de diamètre 700 mm. En ce qui concerne les forages oued zitouna et puits et forages oued djemaa sont contribues aussi à l'alimentation des autres communes, comme tichy et talahamza environ 52% de volume produit et le reste (48%) alimente la ville de Béjaia véhiculés par une conduite de diamètre 600 mm.

<sup>72</sup> D'après le chef de service technique de la direction Hydraulique de la Wilaya (DHW) de Béjaia.

<sup>73</sup> Soit environ 73% des communes de la wilaya

Les données ci-dessous, concernant la gestion de l'eau potable dans la ville de Béjaia<sup>74</sup> :

- ✓ Volume distribué : 11378416 m<sup>3</sup>
- ✓ Volume facturé : 7348386 m<sup>3</sup>
- ✓ Pertes : 35.42 %
- ✓ Nombre d'abonnés toutes catégories (ménage, administration, service, industrie, spécifique (gros)) : 753185
- ✓ Taux de raccordement au réseau de l'AEP : 97%
- ✓ Dotation journalière : 142 L/hab/jour
- ✓ Volume horaire moyen : 8 heures par jour en eau potable et en service continu

Il y a lieu aussi de signaler, l'existence d'une entreprise située au niveau de la ville de Béjaia dans la localité de Ihaddadene (direction générale), dénommé DHW (Direction de l'Hydraulique de la Wilaya). Cette entreprise s'occupe à la réalisation des petits projets ; les forages, les réseaux, la rénovation, l'installation, etc. Elle est représentée partout dans toutes les communes (sous direction).

#### **III.4. Que fait l'ADE pour nous garantir une eau potable?**

L'étude de la qualité de l'eau, consiste à prendre chaque jour une quantité d'eau au niveau du réservoir et du robinet et l'analyser dans le laboratoire de l'ADE qui a été mis en service depuis l'année 2003 et qui consiste à effectuer les contrôles suivants :

- ✓ Le contrôle bactériologique

Ce contrôle sert à vérifier la qualité bactériologique de l'eau distribuée par la recherche des germes indicateurs de pollution.

- ✓ Le contrôle physico-chimique

Ce contrôle consiste à mesurer les substances inorganiques et les substances organiques dans le réseau.

Selon le personnel du laboratoire de l'ADE de Béjaia, pour qu'une eau soit potable, elle doit être respectée les paramètres suivants :

Calcium: 65,5 mg/l

Magnésium: 18,5 mg/l

Sodium: 15,3 mg/l

Potassium : 2,1 mg/l

---

<sup>74</sup> Selon les résultats de l'ADE en an 2008



L'alimentation en eau potable de la ville de Béjaia se fait par des eaux de meilleure qualité. À cet effet, elles sont traitées par les produits suivants :

- ✓ Hypochlorite de sodium (eau de javel) et hypochlorite de calcium au niveau de la station centrale.
- ✓ Chlorure de chaux pour la désinfection de réservoirs (utilisé deux fois par an au niveau de chaque réservoir).

### **III.5. Les fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable**

Selon l'office international de l'eau, le taux des fuites des différents réseaux de distribution de l'eau potable varie entre 17% pour un réseau bien entretenu et 60% pour les réseaux anciens.

D'après l'unité de l'ADE de Béjaia, le taux de fuite des différents réseaux de la ville varie entre 35 et 50%. Les réseaux qui souffrent plus des fuites sont ceux de ; Ihaddadene, Smina, Tala markha, Fort clauzel, ceci est dû essentiellement aux facteurs suivants :

- ✓ Vieillesse du réseau : Beaucoup de conduites d'adduction et de distribution de l'eau potable dans la ville de Béjaia remontent à la période coloniale (plus de 60 ans)<sup>75</sup>, de plus la plupart de ces réseaux sont caractérisés par une qualité de fabrication inefficace <sup>76</sup>(voir l'annexe B-3).
- ✓ Insuffisance de moyen financier.
- ✓ Manque de prospections et études des réseaux.
- ✓ Développement anarchique de l'urbanisme.
- ✓ Les diamètres des réseaux empêchent de véhiculer de grandes quantités, ce qui engendre des problèmes sur les conduites.
- ✓ Politique préférentielle d'extension au lieu de la rénovation.

Selon l'Algérienne des eaux, la maintenance et la réparation de ces réseaux exigent des dépenses importantes. Les dépenses réalisées pour la réparation de ces réseaux pendant l'année 2008 sont présentées dans le tableau suivant.

---

<sup>75</sup> A titre d'exemple : la conduite de oued djamaa en 1959 et le réseau romain en 1934.

<sup>76</sup> La majorité des conduites réalisées sur le territoire de la ville de Béjaia sont en Acier. Ce métal est connu pour sa durée de vie courte et sa résistance faible aux phénomènes de corrosions et aux chocs. Ce qui laisse apparaître des problèmes fréquents sur ces réseaux.

**Tableau n° 16** : Coût de réparation des réseaux de la ville de Béjaia.

trimestres	1er trimestre	2ème trimestre	3ème trimestre	4ème trimestre
coût de réparation des réseaux (en DA)	3.735.000.00	4.014.000.00	3.843.000.00	3.294.000.00

Source : ADE de Béjaia ; année 2008

### Conclusion

L'Algérie avec sa superficie de 2, 381,741 km<sup>2</sup>, dont près de 80% du territoire représente une zone désertique, est classée parmi les pays pauvres en ressources hydriques. Ses potentielles en eau sont estimées à 20 milliards de mètres cubes (m<sup>3</sup>) /an.

Depuis l'indépendance, l'Algérie a lancé des investissements très importants dans ce secteur, ces investissements ont connu un essor considérable ces dernières années. Malgré l'attribution de ces investissements, la satisfaction des besoins en eau n'est toujours pas atteinte. Face à ce problème, les pouvoirs publics ont adopté en 1995 une nouvelle politique de l'eau axée sur la voie de la gestion intégrée des ressources en eau.

Pour ce qui est des services d'alimentation en eau potable, la tarification appliquée actuellement est basée sur une politique de subvention adoptée par l'Etat, les services sont caractérisés par une insuffisance des quantités d'eau disponible pour la satisfaction des besoins domestiques, avec des pertes élevées, atteignant parfois 50% des quantités disponibles sur le réseau.

Actuellement, la gestion des services de l'eau potable au niveau de la ville de Béjaia est assurée par l'entreprise de l'ADE par le biais de trois agences : Agence de Béjaia ville, agence quartier Seghir, agence Ihaddadene. Quant à l'approvisionnement en eau potable, il est assuré par la source de Kherrata (Ainsar Azegza), et d'un ensemble de forages et puits situés à oued Djemaa, oued Zitouna et oued Agrioune.

***Chapitre IV : Application  
économétrique sur les coûts  
d'alimentation en eau potable dans  
la ville de Béjaia***

## **Chapitre IV : Application économétrique sur les coûts d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia**

---

---

Nous allons présenter dans ce chapitre une forme fonctionnelle de la fonction de coût issue de la théorie microéconomique, appliquée dans le cas du service d'eau potable au niveau de la ville de Béjaia ; nous présenterons d'abord les variables et les données utilisées pour l'estimation des coûts de service de l'eau potable, ensuite nous spécifierons le modèle économétrique d'estimation de la fonction de coût et nous analyserons les résultats d'estimation. Puis nous calculerons les élasticités de substitution partielles au sens d'Allen, afin de déterminer la nature des relations existantes entre les facteurs de production ; ceci est effectué par l'estimation des équations des parts de coût.

### **I. Description des variables et des données**

Dans cette section, nous allons décrire les variables et les données utilisées pour l'application de notre étude.

#### **I.1. Description des variables**

Il existe quelques travaux de recherche dans le domaine de la modélisation et de l'estimation de la fonction de coût des services de l'eau potable<sup>77</sup>.

D'après ces travaux et la description des services d'alimentation en eau potable présentée dans les chapitres précédents, nous pouvons identifier plusieurs déterminants des coûts d'exploitation :

- Les prix des facteurs de production ( $w$ ).
- Le volume d'eau produit ( $Y$ ).
- Le volume d'eau facturé ( $V_f$ ).

---

<sup>77</sup> -BOYER. M et GARCIA. S : "Régulation et mode de gestion : une étude économétrique sur les prix et la performance dans le secteur de l'eau potable. Département de sciences économiques, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville Montréal (QC) H3C 3J7, Canada, et Fellow CIRANO, 6 avril 2004.

-GARCIA.S : Mesure des économies d'échelle et taille efficace intercommunalité GEA-ENGREF, Paris, 13 janvier 2003.

-GARCIA.S : Rendements et efficacité dans les industries en réseau : le cas des services d'eau potable délégués. *Economie et Prévision* 2002/3, n°154, page123-138.

-GARCIA. S & REYNAUD.A: "Estimating the benefits of efficient water pricing in France." *Resource and Environmental Economics Study Group at Brock University, Ontario*. 2004 pp. 1-25.

- Le volume d'eau perdu ( $V_p$ )
- Le nombre d'abonnés desservis ( $Ab$ ).
- Le taux de rendement ( $rdt$ )
- Capacité de production ( $prod$ ), capacité de stockage ( $stoc$ ), capacité de pompage ( $pomp$ ), la longueur du réseau ( $Res$ ).
- L'origine des eaux brutes ( $EB$ ).
- Le type de traitement de potabilisation ( $Trait$ ).

Nous avons choisi d'étudier la fonction de coût variable à court terme (plutôt que la fonction de coût total à long terme) pour deux raisons citées ci-dessous :

- ✓ La fonction de coût variable contient la même information que le processus de production d'origine.
- ✓ Comme la taille de notre échantillon est petite alors le capital est considéré comme un facteur de production quasi-fixe<sup>78</sup>.

La fonction de coût variable à court terme mesure les coûts d'exploitation minimum supportés par les services d'AEP en fonction du volume de production et compte tenu des prix des facteurs de production et d'autres variables techniques. Elle peut s'écrire de la façon suivante :

$$CV = CV(w, y, ab, res, rdt, pt, eb, trait, \dots) \dots \dots \dots (1)$$

Où CV représente les coûts variables.

## I.2. Description des données

Notre base de données issue de la direction de l'ADE de Béjaia (Service comptabilité et finance, service technique et service commercial). Ce sont des données mensuelles qui couvrent les années 2004-2008 sur l'étude des dépenses et de production de service d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia. Ces services contiennent des informations sur :

- ✓ Les dépenses de production.
- ✓ Les consommations d'électricité et les horaires de travail.
- ✓ Les renseignements techniques sur le réseau.
- ✓ Les données sur les volumes d'eau produits, distribués et facturés.

---

<sup>78</sup> A long terme toutes les composantes de la fonction de coût total sont variables y compris le capital. Ce dernier est considéré comme un facteur de production quasi-fixe dans notre étude.

Dans la fonction de coût (1) nous n'utiliserons pas toutes les variables spécifiées pour les raisons suivantes :

- ✓ Soit parce que les données n'étaient pas disponibles.
- ✓ Soit parce que les observations ne présentaient que peu de variation pour avoir un effet significatif comme les eaux brutes, le type de traitement, la longueur de réseau, la capacité de stockage, etc.

Les différentes variables à utiliser dans notre modèle sont calculés comme suit :

- Le coût variable (CV) appelé aussi les dépenses d'exploitation, sont calculées à partir de la somme des dépenses en travail, en énergie<sup>79</sup>, et en autres dépenses<sup>80</sup> en dinars et par mois. Cette variable est définie par l'ensemble des charges dépensées par l'entreprise de l'ADE<sup>81</sup>, qui proviennent de toutes les opérations nécessaire pour produire l'eau potable, depuis le prélèvement dans le milieu naturel jusqu'au robinet de l'utilisateur.
- Le volume d'eau produit (l'output) représente le volume d'eau collecté au niveau de la station centrale. Il est le même que le volume distribué, puisque tous ce qui est produit au niveau de la station centrale est distribué<sup>82</sup> (voir la carte d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia dans l'annexe B-2). Cependant le volume distribué, représente la somme du volume facturé (Vf) aux abonnés (qui a été effectivement comptabilisé et consommé) et du volume perdu pendant la distribution (Vp). Ces quantités d'eau sont exprimées en  $m^3$ . A cet effet, nous prenons en considération dans notre modèle les deux variables : volume facturé (Vf) et volume perdu (Vp). Ce dernier est calculé comme la différence entre le volume mis en distribution et le volume effectivement consommé par les abonnés (VF).
- Le nombre d'abonnés (Ab) : est le nombre d'abonnés desservis en alimentation en eau potable sur le territoire de la ville de Béjaia.
- Le prix d'énergie  $w_E$  est défini comme le rapport entre les dépenses mensuelles en électricité et la consommation mensuelle d'énergie, mesuré en dinars/kWh.

---

<sup>79</sup> Dans notre étude le facteur de l'énergie représente l'électricité utilisée.

<sup>80</sup> Nous allons définir cette composante par la suite.

<sup>81</sup> La classification de ces dépenses est retrouvée à partir de la comptabilité analytique dans laquelle le gestionnaire reporte la totalité des dépenses engagées pour l'exploitation du service.

<sup>82</sup> Car la ville de Béjaia est caractérisée par l'insuffisance de réservoirs pour stoker le reste de l'eau après la distribution.

- Le prix de travail  $w_l$  est le prix du travail horaire, exprimé en dinars /heure. Il est obtenu en divisant les dépenses mensuelles en salaires et en charges de personnel par la quantité de travail effectuée (le nombre d'heures de travail par mois).
- De nombreux autres inputs (dépenses) sont nécessaires à la production et à la distribution d'eau potable, comme : matériels divers, produits chimiques, sous-traitance, achats et stocks, travaux et réparations, pièce de rechange, etc.<sup>83</sup> À cause de l'absence d'informations sur les prix et du problème d'hétérogénéité de ce facteur, nous avons choisi de construire un indice de prix noté  $w_M$ , il est agrégé dans une seule catégorie d'inputs «autres dépenses », dont le prix unitaire  $w_M$  est le rapport entre la dépense totale de cette catégorie et le volume d'eau mis en distribution, mesuré par unité (DA/m<sup>3</sup>).

Selon les données collectées pour estimer la fonction de coût, les variables qui seront utilisées dans notre modèle sont les suivantes<sup>84</sup> :

- ✓ Coût Variable en dinars :  $CV$
- ✓ Volume Facturé en m<sup>3</sup> :  $VF$
- ✓ Volume Perdu en m<sup>3</sup> :  $VP$
- ✓ Part de travail :  $SL$
- ✓ Part de l'énergie :  $SE$
- ✓ Part des « autres dépenses » :  $SM$
- ✓ Prix de travail en dinars /heure :  $WL$
- ✓ Prix de l'énergie en dinars/kWh :  $WE$
- ✓ Prix des autres dépenses en DA/m<sup>3</sup> :  $WM$
- ✓ Nombre d'abonnés :  $Ab$

La statistique descriptive des différentes variables utilisées figure dans le tableau ci-dessous.

---

<sup>83</sup> Pour mieux comprendre les composantes de cette catégorie voir chapitre II .

<sup>84</sup> Les variables des parts de coût : SE, SL, SM seront défini par la suite.

Tableau n° 17 : Statistique descriptive des différentes variables.

Variable	définition	Unité	Moy. arith	Écart-type	Minimum	Maximum
<i>CV</i>	Coût variable	DA	12823976,5	1799737,65	11048614,9	16574649,1
<i>VF</i>	Volume facturé	m <sup>3</sup>	564585,05	52456,7757	480226	673279
<i>VP</i>	Volume perdu	m <sup>3</sup>	450737,95	113509,662	237684	696212
<i>SL</i>	Part de travail	-	0,60085729	0,0393189	0,52701342	0,68393749
<i>SE</i>	Part de l'énergie	-	0,25110227	0,02958028	0,18871457	0,31263157
<i>SM</i>	Part des autres dépenses	-	0,14804044	0,021081	0,10876722	0,19187827
<i>WL</i>	Prix de travail	DA/Heure	51736,7907	10397,9204	42280,1426	70921,47627
<i>WE</i>	Prix de l'énergie	DA/KWH	0,99804780	0,03020746	0,89200277	1,062403307
<i>WM</i>	Prix des autres dépenses	DA/m <sup>3</sup>	1,87054162	0,30984359	1,35142739	2,28971934
<i>Ab</i>	Nombre d'abonnés	-	35941,5	2403,02142	32137	39920

Source : Réalisé par nous-mêmes sur la base des données collectées au sein de l'ADE de Béjaia (concernant les services d'AEP de la ville de Béjaia)

## II. Estimation des coûts d'alimentation en eau potable

Dans cette section, nous allons spécifier la méthode d'estimation de la fonction de coût, puis nous allons analyser les résultats d'estimation obtenus.

### II.1. Spécification de la fonction de coût variable translog

Dans cette étude, nous allons choisir de spécifier la fonction de coût selon la forme translog (Christensen et lau, 1971), c'est la forme fonctionnelle la plus utilisée pour estimer la fonction de coût. On peut l'écrire sous la forme suivante :

$$\ln(CV_t) = a_0 + \sum_i^2 a_i \ln y_{it} + \sum_{j=1}^3 a_j \ln w_{jt} + a_k \ln z_{kt} + \frac{1}{2} \sum_i^2 \sum_{i'}^2 a_{ii'} \ln y_{it} \ln y_{i't} + \frac{1}{2} \sum_{j=2}^3 \sum_{j'=1}^3 a_{jj'} \ln w_{jt} \ln w_{j't} + \frac{1}{2} a_{kk} (\ln z_{kt})^2 + \sum_i^2 \sum_j^3 a_{ij} \ln y_{it} \ln w_{jt} + \sum_i^2 a_{ik} \ln y_{it} \ln z_{kt} + \sum_j^3 a_{jk} \ln w_{jt} \ln z_{kt} \dots (2)$$

Où *CV* représente les coûts variables, *w* le vecteur des prix des facteurs de production, *Y* le bien produit et *Z* la variable technique.

$$i \text{ et } i' = VF, VP \quad j \text{ et } j' = L, E, M \quad k = Ab$$

Les paramètres à estimer sont :  $(a_0, a_i, a_j, a_k, a_{ii'}, a_{jj'}, a_{ij}, a_{ik}, a_{jk})$

Les coefficients de premier ordre peuvent être interprétés directement comme des élasticités de coût.

Cette fonction doit respecter les propriétés suivantes :



- ✓ La propriété d'asymétrie;  $a_{i'j} = a_{ji}, a_{ij} = a_{ji}, a_{ik} = a_{ki}, a_{jk} = a_{kj}$
- ✓ La propriété d'homogénéité ;  $\sum a_j = 1, \sum a_{j'j} = 0, \sum a_{ij} = \sum a_{jk} = 0$ .
- ✓ La matrice des dérivées secondes de la fonction de coût par rapport aux prix des facteurs de production est symétrique.
- ✓ Les parts de coût estimées doivent être non négatives (condition de monotonie).

Dans notre étude, nous avons supposé certaines hypothèses avant l'estimation et d'autres nous les vérifierons après l'estimation.

- ✓ Nous supposons que la fonction de coût satisfait les restrictions de symétrie et la propriété d'homogénéité de degré un par rapport aux prix des facteurs.
- ✓ Nous nous assurerons, une fois les paramètres de la fonction de coût estimés, que la matrice dérivées secondes par rapport aux prix des facteurs de production est symétrique et la non négativité des parts estimées.

#### Application :

Il serait possible d'estimer la fonction de coût (2) seule :

$$\ln(CV_t) = a_0 + \sum_i^2 a_i \ln y_{it} + \sum_{j=1}^3 a_j \ln w_{jt} + a_k \ln z_{kt} + \frac{1}{2} \sum_i^2 \sum_{i'}^2 a_{i'i} \ln y_{it} \ln y_{i't} + \frac{1}{2} \sum_{j=2}^3 \sum_{j'=1}^3 a_{j'j} \ln w_{jt} \ln w_{j't} + \frac{1}{2} a_{kk} (\ln z_{kt})^2 + \sum_i^2 \sum_j^3 a_{ij} \ln y_{it} \ln w_{jt} + \sum_i^2 a_{ik} \ln y_{it} \ln z_{kt} + \sum_j^3 a_{jk} \ln w_{jt} \ln z_{kt} \dots (2)$$

Mais dans ce cas on négligera alors l'information apportée par les équations des parts de coût (la vérification des autres propriétés).

Si l'on note par  $S_j$  la part du coût du  $j$ ème facteur, nous obtenons grâce au lemme de Shephard:

$$s_j = \frac{w_j x_j}{cv} = \frac{\partial \ln cv}{\partial \ln w_j} \quad \text{telque:} \quad \sum_{j=1}^3 w_j x_j = cv \quad j = L, E, M$$

La part  $S_j$  mesure la quantité d'input  $j$  nécessaire pour produire l'output  $y$  en minimisant le coût, pour des prix des inputs donnés ( $w_j$ ).

La somme des parts de coût est égale à 1<sup>85</sup>, c'est-à-dire :  $\sum_{j=1}^3 S_j = 1$

A partir de la spécification de la fonction de coût variable (2), les parts de coût sont de la forme :

$$s_j = \frac{\partial \ln cv_t}{\partial \ln w_j} = a_j + \sum_{j'}^3 a_{jj'} \ln w_{j't} + \sum_i^2 a_{ij} \ln y_{it} + a_{jk} \ln z_{kt}$$

avec :  $i = VF \text{ et } VP$ ,  $j \text{ et } j' = L, E, M$  et  $k = Ab$

Et  $S_j$  la part de coût de chaque facteur de production.

Donc le modèle à estimer est un système d'équations comprenant l'équation de coût variable (CV) et les équations de parts ( $S_j$ ).

De manière générale sans l'introduction des contraintes, les équations du système s'écrivent comme suit :

$$\ln(CV_t) = a_0 + \sum_i^2 a_i \ln y_{it} + \sum_{j=1}^3 a_j \ln w_{jt} + a_k \ln z_{kt} + \frac{1}{2} \sum_i^2 \sum_{i'}^2 a_{ii'} \ln y_{it} \ln y_{i't} + \frac{1}{2} \sum_{j=2}^3 \sum_{j'=1}^3 a_{jj'} \ln w_{jt} \ln w_{j't} + \frac{1}{2} a_{kk} (\ln z_{kt})^2 + \sum_i^2 \sum_j^3 a_{ij} \ln y_{it} \ln w_{jt} + \sum_i^2 a_{ik} \ln y_{it} \ln z_{kt} + \sum_j^3 a_{jk} \ln w_{jt} \ln z_{kt}$$

$$s_j = a_j + \sum_{j'}^3 a_{jj'} \ln w_{j't} + \sum_i^2 a_{ij} \ln y_{it} + a_{jk} \ln z_{kt}$$

Avec :  $i \text{ et } i' = VF, VP$   $j \text{ et } j' = L, E, M$   $k = Ab$

⇔

---

<sup>85</sup> :  $s_j = \frac{w_j x_j}{cv}$  et  $\sum_{j=1}^3 w_j x_j = cv \Rightarrow \sum_{j=1}^3 S_j = \frac{1}{cv} \sum_{j=1}^3 w_j x_j = \frac{cv}{cv} = 1$

$$\begin{aligned}
 \ln(CV_t) = & a_0 + a_{VF} \ln y_{VFt} + a_{VP} \ln y_{VPt} + a_L \ln w_{Lt} + a_E \ln w_{Et} + a_M \ln w_{Mt} + a_{Ab} \ln z_{Abt} + \frac{1}{2} a_{VFFV} \ln y_{VFt} \ln y_{VFt} + \\
 & \frac{1}{2} a_{VFPV} \ln y_{VFt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{VPVF} \ln y_{VPt} \ln y_{VFt} + \frac{1}{2} a_{VPPV} \ln y_{VPt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{LL} \ln w_{Lt} \ln w_{Lt} + \frac{1}{2} a_{LE} \ln w_{Lt} \ln w_{Et} + \\
 & \frac{1}{2} a_{LM} \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} a_{EE} \ln w_{Et} \ln w_{Et} + \frac{1}{2} a_{EL} \ln w_{Et} \ln w_{Lt} + \frac{1}{2} a_{EM} \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} a_{MM} \ln w_{Mt} \ln w_{Mt} + \\
 & \frac{1}{2} a_{ML} \ln w_{Mt} \ln w_{Lt} + \frac{1}{2} a_{ME} \ln w_{Mt} \ln w_{Et} + \frac{1}{2} a_{AbAb} \ln z_{Abt} \ln z_{Abt} + a_{VFL} \ln y_{VFt} \ln w_{Lt} + a_{VFE} \ln y_{VFt} \ln w_{Et} + \\
 & a_{VFM} \ln y_{VFt} \ln w_{Mt} + a_{LVF} \ln w_{Lt} \ln y_{VFt} + a_{EVF} \ln w_{Et} \ln y_{VFt} + a_{MVF} \ln w_{Mt} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} \ln w_{Lt} + \\
 & a_{VPE} \ln y_{VPt} \ln w_{Et} + a_{VPM} \ln y_{VPt} \ln w_{Mt} + a_{LVP} \ln w_{Lt} \ln y_{VPt} + a_{EVP} \ln w_{Et} \ln y_{VPt} + a_{MVP} \ln w_{Mt} \ln y_{VPt} + \\
 & a_{VFAb} \ln y_{VFt} \ln z_{Abt} + a_{AbVF} \ln z_{Abt} \ln y_{VFt} + a_{VPAb} \ln y_{VPt} \ln z_{Abt} + a_{AbVP} \ln z_{Abt} \ln y_{VPt} + a_{LAB} \ln w_{Lt} \ln z_{Abt} + \\
 & a_{AbL} \ln z_{Abt} \ln w_{Lt} + a_{EAb} \ln w_{Et} \ln z_{Abt} + a_{AbE} \ln z_{Abt} \ln w_{Et} + a_{MAb} \ln w_{Mt} \ln z_{Abt} + a_{AbM} \ln z_{Abt} \ln w_{Mt} \\
 s_L = & a_L + a_{LL} \ln w_{Lt} + a_{LE} \ln w_{Et} + a_{LM} \ln w_{Mt} + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAB} \ln z_{Abt} \\
 s_E = & a_E + a_{EL} \ln w_{Lt} + a_{EE} \ln w_{Et} + a_{EM} \ln w_{Mt} + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \\
 s_M = & a_M + a_{ML} \ln w_{Lt} + a_{ME} \ln w_{Et} + a_{MM} \ln w_{Mt} + a_{VFM} \ln y_{VFt} + a_{VPM} \ln y_{VPt} + a_{MAb} \ln z_{Abt}
 \end{aligned}$$

On impose les contraintes de symétrie et d'homogénéité de degré 1 sur la fonction de coût variable et les équations de parts.

- **Les contraintes de symétrie :**

$$\begin{cases}
 a_{ii'} = a_{i'i} \\
 a_{jj'} = a_{j'j} \\
 a_{ij} = a_{ji} \\
 a_{ik} = a_{ki} \\
 a_{jk} = a_{kj}
 \end{cases}$$

⇔

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{VFVP} = a_{VPVF} \\ a_{LE} = a_{EL}, a_{LM} = a_{ML}, a_{EM} = a_{ME} \\ a_{VFL} = a_{LVF}, a_{VFE} = a_{EVF}, a_{VFM} = a_{MVF}, a_{VPL} = a_{LVP}, a_{VPE} = a_{EVP}, a_{VPM} = a_{MVP} \\ a_{VFAb} = a_{AbVF}, a_{VPAb} = a_{AbVP} \\ a_{LAb} = a_{AbL}, a_{EAb} = a_{AbE}, a_{MAb} = a_{AbM} \end{array} \right.$$

Le nouveau système à estimer s'écrit :

$$\ln(CV_t) = a_0 + a_{VF} \ln y_{VFt} + a_{VP} \ln y_{VPt} + a_L \ln w_{Lt} + a_E \ln w_{Et} + a_M \ln w_{Mt} + a_{Ab} \ln z_{Abt} + \frac{1}{2} a_{VFPV} (\ln y_{VFt})^2 +$$

$$a_{VFPV} \ln y_{VFt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{VPVP} (\ln y_{VPt})^2 + \frac{1}{2} a_{LL} (\ln w_{Lt})^2 + a_{LE} \ln w_{Lt} \ln w_{Et} + a_{LM} \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} a_{EE} (\ln w_{Et})^2 +$$

$$a_{EM} \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} a_{MM} (\ln w_{Mt})^2 + \frac{1}{2} a_{AbAb} (\ln z_{Abt})^2 + 2a_{VFL} \ln y_{VFt} \ln w_{Lt} + 2a_{VFE} \ln y_{VFt} \ln w_{Et} +$$

$$2a_{VFM} \ln y_{VFt} \ln w_{Mt} + 2a_{VPL} \ln y_{VPt} \ln w_{Lt} + 2a_{VPE} \ln y_{VPt} \ln w_{Et} + 2a_{VPM} \ln y_{VPt} \ln w_{Mt} + 2a_{VFAb} \ln y_{VFt} \ln z_{Abt} +$$

$$2a_{VPAb} \ln y_{VPt} \ln z_{Abt} + 2a_{LAb} \ln w_{Lt} \ln z_{Abt} + 2a_{EAb} \ln w_{Et} \ln z_{Abt} + 2a_{MAb} \ln w_{Mt} \ln z_{Abt}$$

$$s_L = a_L + a_{LL} \ln w_{Lt} + a_{LE} \ln w_{Et} + a_{LM} \ln w_{Mt} + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAb} \ln z_{Abt}$$

$$s_E = a_E + a_{LE} \ln w_{Lt} + a_{EE} \ln w_{Et} + a_{EM} \ln w_{Mt} + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt}$$

$$s_M = a_M + a_{LM} \ln w_{Lt} + a_{EM} \ln w_{Et} + a_{MM} \ln w_{Mt} + a_{VFM} \ln y_{VFt} + a_{VPM} \ln y_{VPt} + a_{MAb} \ln z_{Abt}$$

- **La contrainte d'homogénéité de degré 1 par rapport aux prix**, consiste à respecter les restrictions suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_j^3 a_j = 1 \\ \sum_{j'}^3 a_{jj'} = 0 \\ \sum_i^2 a_{ij} = 0 \\ a_{jk} = 0 \end{array} \right.$$

⇔

$$\begin{cases} a_L + a_E + a_M = 1 \\ a_{LL} + a_{LE} + a_{LM} = 0 \\ a_{EL} + a_{EE} + a_{EM} = 0 \\ a_{ML} + a_{ME} + a_{MM} = 0 \\ a_{VFL} + a_{VFE} + a_{VFM} = 0 \\ a_{VPL} + a_{VPE} + a_{VPM} = 0 \\ a_{LAb} + a_{EAb} + a_{MAb} = 0 \end{cases}$$

⇔

$$\begin{cases} a_L + a_E + a_M = 1 \\ a_{LL} + a_{LE} + a_{LM} = 0 \\ a_{LE} + a_{EE} + a_{EM} = 0 \\ a_{LM} + a_{EM} + a_{MM} = 0 \\ a_{VFL} + a_{VFE} + a_{VFM} = 0 \\ a_{VPL} + a_{VPE} + a_{VPM} = 0 \\ a_{LAb} + a_{EAb} + a_{MAb} = 0 \end{cases}$$

Pour tenir compte de ces contraintes, on doit exprimer les coefficients de l'une des équations des parts de coût en fonction des autres coefficients, soit on prend par exemple l'équation de la part des autres dépenses<sup>86</sup> et on obtient :

$$\begin{cases} a_M = 1 - a_L - a_E \\ a_{LM} = -a_{LL} - a_{LE} \\ a_{EM} = -a_{LE} - a_{EE} \\ a_{MM} = -a_{LM} - a_{EM} \\ a_{VFM} = -a_{VFL} - a_{VFE} \\ a_{VPM} = -a_{VPL} - a_{VPE} \\ a_{MAb} = -a_{LAb} - a_{EAb} \end{cases}$$

<sup>86</sup> Dans ce cas le choix de l'équation de part de coût est arbitraire.

On remplace ces relations dans les équations précédentes, on obtient le système suivant :

$$\begin{aligned} \ln(CV_t) &= a_0 + a_{VF} \ln y_{VFt} + a_{VP} \ln y_{VPt} + a_L \ln w_{Lt} + a_E \ln w_{Et} + (1 - a_L - a_E) \ln w_{Mt} + a_{Ab} \ln z_{Abt} + \frac{1}{2} a_{VFF} (\ln y_{VFt})^2 \\ &+ a_{VFP} \ln y_{VFt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{VPP} (\ln y_{VPt})^2 + \frac{1}{2} a_{LL} (\ln w_{Lt})^2 + a_{LE} \ln w_{Lt} \ln w_{Et} + (-a_{LL} - a_{LE}) \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} + \\ &\frac{1}{2} a_{EE} (\ln w_{Et})^2 + (-a_{LE} - a_{EE}) \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} (a_{LL} + a_{LE} + a_{LE} + a_{EE}) (\ln w_{Mt})^2 + \frac{1}{2} a_{AbAb} (\ln z_{Abt})^2 + \\ &2a_{VFL} \ln y_{VFt} \ln w_{Lt} + 2a_{VFE} \ln y_{VFt} \ln w_{Et} + 2(-a_{VFL} - a_{VFE}) \ln y_{VFt} \ln w_{Mt} + 2a_{VPL} \ln y_{VPt} \ln w_{Lt} + 2a_{VPE} \ln y_{VPt} \ln w_{Et} + \\ &2(-a_{VPL} - a_{VPE}) \ln y_{VPt} \ln w_{Mt} + 2a_{VFAb} \ln y_{VFt} \ln z_{Abt} + 2a_{VPAb} \ln y_{VPt} \ln z_{Abt} + 2a_{LAb} \ln w_{Lt} \ln z_{Abt} + 2a_{EAb} \ln w_{Et} \ln z_{Abt} + \\ &2(-a_{LAb} - a_{EAb}) \ln w_{Mt} \ln z_{Abt} \\ s_L &= a_L + a_{LL} \ln w_{Lt} + a_{LE} \ln w_{Et} + (-a_{LL} - a_{LE}) \ln w_{Mt} + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAb} \ln z_{Abt} \\ s_E &= a_E + a_{LE} \ln w_{Lt} + a_{EE} \ln w_{Et} + (-a_{LE} - a_{EE}) \ln w_{Mt} + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \\ s_M &= (1 - a_L - a_E) + (-a_{LL} - a_{LE}) \ln w_{Lt} + (-a_{LE} - a_{EE}) \ln w_{Et} + (-a_{LM} - a_{EM}) \ln w_{Mt} + (-a_{VFL} - a_{VFE}) \ln y_{VFt} \\ &+ (-a_{VPL} - a_{VPE}) \ln y_{VPt} + (-a_{LAb} - a_{EAb}) \ln z_{Abt} \end{aligned}$$

Nous remarquons que les paramètres de la dernière équation  $S_M$  « la part autres dépenses » sont déduits de ceux des équations de parts de travail ( $S_L$ ) et de l'énergie ( $S_E$ )<sup>87</sup>. Donc le nouveau système à estimer contenant trois équations : la fonction de coût  $\ln(CV)$  et les équations de parts de travail ( $S_L$ ) et de l'énergie ( $S_E$ ).

<sup>87</sup> Le choix de l'équation à enlever n'a aucun impact sur l'estimation des paramètres, on pourrait choisir d'omettre une autre équation (travail ou énergie), dans ce cas la démarche est similaire, la spécification obtenue dépend de l'équation omise. L'objectif pour éviter que la matrice de Variance-covariance des aléas soit singulière.

Certains termes de ces équations peuvent être regroupés :

$$\begin{aligned} \ln(CV_t) &= a_0 + a_{VF} \ln y_{VFt} + a_{VP} \ln y_{VPt} + a_L (\ln w_{Lt} - \ln w_{Mt}) + a_E (\ln w_{Et} - \ln w_{Mt}) + \ln w_{Mt} + a_{Ab} \ln z_{Abt} + \\ &\frac{1}{2} a_{VFF} (\ln y_{VFt})^2 + a_{VFP} \ln y_{VFt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{VPP} (\ln y_{VPt})^2 + a_{LL} \left( \frac{1}{2} (\ln w_{Lt})^2 - \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} (\ln w_{Mt})^2 \right) + \\ &a_{LE} (\ln w_{Lt} \ln w_{Et} - \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} - \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + (\ln w_{Mt})^2) + a_{EE} \left( \frac{1}{2} (\ln w_{Et})^2 - \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + \frac{1}{2} (\ln w_{Mt})^2 \right) + \\ &\frac{1}{2} a_{AbAb} (\ln z_{Abt})^2 + 2a_{VFL} (\ln y_{VFt} \ln w_{Lt} - \ln y_{VFt} \ln w_{Mt}) + 2a_{VFE} (\ln y_{VFt} \ln w_{Et} - \ln y_{VFt} \ln w_{Mt}) + \\ &2a_{VPL} (\ln y_{VPt} \ln w_{Lt} - \ln y_{VPt} \ln w_{Mt}) + 2a_{PVE} (\ln y_{VPt} \ln w_{Et} - \ln y_{VPt} \ln w_{Mt}) + 2a_{VFAb} \ln y_{VFt} \ln z_{Abt} + \\ &2a_{VPAb} \ln y_{VPt} \ln z_{Abt} + 2a_{LAb} (\ln w_{Lt} \ln z_{Abt} - \ln w_{Mt} \ln z_{Abt}) + 2a_{EAb} (\ln w_{Et} \ln z_{Abt} - \ln w_{Mt} \ln z_{Abt}) \\ s_L &= a_L + a_{LL} (\ln w_{Lt} - \ln w_{Mt}) + a_{LE} (\ln w_{Et} - \ln w_{Mt}) + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAb} \ln z_{Abt} \\ s_E &= a_E + a_{LE} (\ln w_{Lt} - \ln w_{Mt}) + a_{EE} (\ln w_{Et} - \ln w_{Mt}) + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{PVE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \end{aligned}$$

L'équation de la fonction de coût peut aussi s'écrire :

$$\begin{aligned} \ln(CV_t) &= a_0 + a_{VF} \ln y_{VFt} + a_{VP} \ln y_{VPt} + a_L (\ln w_{Lt} - \ln w_{Mt}) + a_E (\ln w_{Et} - \ln w_{Mt}) + \ln w_{Mt} + a_{Ab} \ln z_{Abt} + \\ &\frac{1}{2} a_{VFF} (\ln y_{VFt})^2 + a_{VFP} \ln y_{VFt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{VPP} (\ln y_{VPt})^2 + \frac{1}{2} a_{LL} \left( (\ln w_{Lt})^2 - 2 \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} + (\ln w_{Mt})^2 \right) + \\ &a_{LE} (\ln w_{Lt} \ln w_{Et} - \ln w_{Lt} \ln w_{Mt} - \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + (\ln w_{Mt})^2) + \frac{1}{2} a_{EE} \left( (\ln w_{Et})^2 - 2 \ln w_{Et} \ln w_{Mt} + (\ln w_{Mt})^2 \right) + \\ &\frac{1}{2} a_{AbAb} (\ln z_{Abt})^2 + 2a_{VFL} (\ln y_{VFt} \ln w_{Lt} - \ln y_{VFt} \ln w_{Mt}) + 2a_{VFE} (\ln y_{VFt} \ln w_{Et} - \ln y_{VFt} \ln w_{Mt}) + \\ &2a_{VPL} (\ln y_{VPt} \ln w_{Lt} - \ln y_{VPt} \ln w_{Mt}) + 2a_{PVE} (\ln y_{VPt} \ln w_{Et} - \ln y_{VPt} \ln w_{Mt}) + 2a_{VFAb} \ln y_{VFt} \ln z_{Abt} + \\ &2a_{VPAb} \ln y_{VPt} \ln z_{Abt} + 2a_{LAb} (\ln w_{Lt} \ln z_{Abt} - \ln w_{Mt} \ln z_{Abt}) + 2a_{EAb} (\ln w_{Et} \ln z_{Abt} - \ln w_{Mt} \ln z_{Abt}) \end{aligned}$$

Après la simplification de ces trois équations, le système à estimer noté (S) peut se réécrire :

$$(S) \left\{ \begin{array}{l} \ln\left(\frac{CV_t}{w_{Mt}}\right) = a_0 + a_{VF} \ln y_{VFt} + a_{VP} \ln y_{VPt} + a_L \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_E \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{Ab} \ln z_{Abt} + \frac{1}{2} a_{VFF} (\ln y_{VFt})^2 + \\ a_{VFP} \ln y_{VFt} \ln y_{VPt} + \frac{1}{2} a_{VPP} (\ln y_{VPt})^2 + \frac{1}{2} a_{LL} \left(\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\right)^2 + a_{LE} \left(\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right) + \frac{1}{2} a_{EE} \left(\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right)^2 + \\ \frac{1}{2} a_{AbAb} (\ln z_{Abt})^2 + 2a_{VFL} \left(\ln y_{VFt} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\right) + 2a_{VFE} \left(\ln y_{VFt} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right) + 2a_{VPL} \left(\ln y_{VPt} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\right) + \\ 2a_{VPE} \left(\ln y_{VPt} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right) + 2a_{VFAb} \ln y_{VFt} \ln z_{Abt} + 2a_{VPAb} \ln y_{VPt} \ln z_{Abt} + 2a_{LAb} \left(\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) \ln z_{Abt}\right) + 2a_{EAb} \left(\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) \ln z_{Abt}\right) \\ S_L = a_L + a_{LL} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAb} \ln z_{Abt} \\ S_E = a_E + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{EE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \end{array} \right.$$

Tel que :

$\ln\left(\frac{CV_t}{w_{Mt}}\right)$  : représente la fonction coût.

$S_L$  : représente l'équation part de travail.

$S_E$  : représente l'équation part d'énergie.

### Remarque

Dans ce système tous les paramètres associés aux équations des parts de coût sont configurés dans la fonction de coût, ce qui montre la prise en compte des propriétés de base du modèle de coût (symétrie et homogénéité de degré un). Alors les équations des parts contiennent seulement des sous-ensembles de l'ensemble complet des paramètres de la fonction du coût.



## II.2. Analyse des résultats d'estimation

Les estimations ont été réalisées sur la base de 60 observations concernant les données mensuelles des services d'AEP pour la ville de Béjaia pendant la période janvier 2004-décembre 2008, collectées au sein de l'Algérienne des eaux de Béjaia.

La fonction de coût translog est une série de Taylor de second ordre<sup>88</sup>, l'approximation se fait autour d'un point de référence. Dans la littérature, nombreux sont les économètres qui préfèrent prendre comme point d'approximation la moyenne des variables (en log) comme point de référence. Notre spécification étant une approximation locale autour de ce point de référence.

On estime le système  $S$  qui se compose de 20 variables explicatives par la méthode SURE itérative. Les résultats d'estimation de ce système sont présentés dans l'annexe C-1. Le tableau ci-dessous résume l'essentiel des résultats d'estimation du système  $S$ .

**Tableau n° 18:** Résultats d'estimation du système ( $S$ ) à 20 variables explicatives.

Paramètres	Variables	Coefficient	Ecart type	t-Statistic
$a_0$	Constante	-7693028	2078623	-3.701022
$a_{VF}$	$\ln y_{VF}$	0.070782	0.120520	0.587305
$a_{VP}$	$\ln y_{VP}$	0.061122	0.069851	0.875041
$a_L$	$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$	0.030074	0.011359	2.647572
$a_E$	$\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$	0.060905	0.012053	5.053074
$a_{Ab}$	$\ln z_{Ab}$	0.896667	0.327837	2.735098
$a_{VFVF}$	$\frac{1}{2}(\ln y_{VF})^2$	0.522593	0.283169	1.845512
$a_{VFVP}$	$\ln y_{VF} \ln y_{VP}$	0.840471	0.456667	1.840447
$a_{VPPV}$	$\frac{1}{2}(\ln y_{VP})^2$	-0.221540	0.287600	-0.770307

<sup>88</sup> Selon les auteurs de cette fonction : Christensen, Jorgensen, Lau, 1973

$a_{LL}$	$\frac{1}{2} \left( \ln \frac{w_L}{w_M} \right)^2$	-3.98E-11	5.43E-11	-0.732678
$a_{LE}$	$\ln \left( \frac{w_E}{w_M} \right) \ln \left( \frac{w_L}{w_M} \right)$	0.004131	0.001139	3.625764
$a_{EE}$	$\frac{1}{2} \left( \ln \frac{w_E}{w_M} \right)^2$	1.85E-10	1.11E-10	1.663737
$a_{AbAb}$	$\frac{1}{2} (\ln z_{Ab})^2$	12.29143	6.850352	1.794277
$a_{VFL}$	$2 \ln y_{VF} \ln \left( \frac{w_L}{w_M} \right)$	0.002132	0.036276	0.058784
$a_{VFE}$	$2 \ln y_{VF} \ln \left( \frac{w_E}{w_M} \right)$	0.016335	0.033714	0.484512
$a_{VPL}$	$2 \ln y_{VP} \ln \left( \frac{w_L}{w_M} \right)$	-0.045220	0.011971	-3.777538
$a_{VPE}$	$2 \ln y_{VP} \ln \left( \frac{w_E}{w_M} \right)$	0.026211	0.011638	2.252194
$a_{VFAb}$	$2 \ln y_{VF} \ln z_{Ab}$	-3.138765	1.444749	-2.172533
$a_{VPAb}$	$2 \ln y_{VP} \ln z_{Ab}$	0.554099	0.441459	1.255155
$a_{LAb}$	$2 \ln \left( \frac{w_L}{w_M} \right) \ln z_{Ab}$	0.202184	0.047750	4.234206
$a_{EAb}$	$2 \ln \left( \frac{w_E}{w_M} \right) \ln z_{Ab}$	-0.192747	0.047096	-4.092634

Notes : Fonction de coût estimée conjointement avec les parts de coût *SL* et *SE* par la méthode SURE.

Les  $\bar{R}^2$  pour CV, *SL* et *SE* sont respectivement 0,80, 0,30 et 0,25.

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews.

Le tableau n°18 donne l'estimation de 21 paramètres du modèle de coût par la méthode SURE qui sont obtenus à travers le logiciel Eviews.

✓ A partir de ces résultats, le modèle estimé s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned}
 \ln\left(\frac{CV}{w_M}\right) = & -7693028 + 0.070782 \ln y_{VF} + 0.061122 \ln y_{VP} + 0.30074 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) + 0.060905 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) + \\
 & 0.896667 \ln z_{Ab} + 0.261296 (\ln y_{VF})^2 + 0.840471 \ln y_{VF} \ln y_{VP} + 0.11077 (\ln y_{VP})^2 - 1.99E-11 \left(\ln \frac{w_L}{w_M}\right)^2 \\
 & + 0.00413 \left[ \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \right] + 9.25E-11 \left(\ln \frac{w_E}{w_M}\right)^2 + 6.145715 (\ln z_{Ab})^2 + 0.004264 \left[ \ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \right] + \\
 (S) & 0.03267 \left[ \ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \right] - 0.09044 \left[ \ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \right] + 0.052422 \left[ \ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \right] - 6.27753 \ln y_{VF} \ln z_{Ab} + \\
 & 1.108198 \ln y_{VP} \ln z_{Ab} + 0.404368 \left[ \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \ln z_{Ab} \right] - 0.385494 \left[ \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \ln z_{Ab} \right] \\
 S_L = & 0.30074 - 3.98E-11 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) + 0.00413 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) + 0.002132 \ln y_{VF} - 0.045220 \ln y_{VP} + 0.202184 \ln z_{Ab} \\
 S_E = & 0.060905 + 0.00413 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) + 1.85E-10 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) + 0.016335 \ln y_{VF} + 0.02621 \ln y_{VP} - 0.192747 \ln z_{Ab}
 \end{aligned}$$

✓ La qualité de l'ajustement du modèle est mesurée par le calcul de la valeur du coefficient de détermination  $R^2$ . Qui est trouvé dans les résultats d'estimation obtenus par Eviews (voir l'annexe C-1) pour chaque équation, désignée par « R-squared » :

- le  $R^2$  associé à la fonction coût «  $\ln\left(\frac{CV_t}{w_{Mt}}\right)$  » est égal à 0.86, cela veut dire que 86%

des coûts sont expliqués par l'ensemble des variables :  $\ln y_{VF}$ ,

$\ln y_{VP}$ ,  $\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ ,  $\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$ ,  $\ln z_{Ab}$ ,  $\frac{1}{2}(\ln y_{VF})^2$ ,  $\ln y_{VF} \ln y_{VP}$ ,  $\frac{1}{2}(\ln y_{VP})^2$ ,  $\frac{1}{2}\left(\ln \frac{w_L}{w_M}\right)^2$ ,

$$\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right), \frac{1}{2}\left(\ln\frac{w_E}{w_M}\right)^2, 2\ln y_{VP} \ln z_{Ab}, 2\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\ln z_{Ab}, 2\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\ln z_{Ab}, \frac{1}{2}(\ln z_{Ab})^2,$$

$$2\ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right), 2\ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right), 2\ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right), 2\ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right), 2\ln y_{VF} \ln z_{Ab}.$$

- le  $R^2$  associé à l'équation part de travail «  $S_L$  » est égal 0.36, cela veut dire que 36% des dépenses en travail sont expliquées par l'ensemble des variables :

$$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right), \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right), \ln y_{VF}, \ln y_{VP}, \ln z_{Ab}.$$

- le  $R^2$  associé à l'équation de part d'énergie «  $S_E$  » est égal 0.30, cela veut dire que 30% des dépenses en énergie sont expliquées par l'ensemble des variables :

$$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right), \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right), \ln y_{VF}, \ln y_{VP}, \ln z_{Ab}.$$

✓ La signification individuelle des paramètres du modèle est basée sur l'utilisation du test de student, qui est formulé sous les hypothèses suivantes:

$$H_0 : a_i = 0$$

contre

$$H_1 : a_i \neq 0 \quad i = \overline{1,21}$$

En considérant le seuil de signification  $\alpha=10\%$ , la valeur théorique (lue sur la table de Student au seuil de signification 10%) :  $t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1) = 1.64$ . Avec ; n=60, k=20.

On compare ensuite cette valeur théorique au ration de Student  $t_{\hat{a}_i}^* = \left| \frac{\hat{a}_i}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_i}} \right|$ .

Les valeurs  $\frac{\hat{a}_i}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_i}}$  sont calculées par le logiciel Eviews. Ces valeurs sont consignées dans

la colonne « t-statistic » voir le tableau n°18.

La règle de décision est formulée de la manière suivante :

si  $t_{\hat{a}_i}^* \succ t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$  alors on rejette  $H_0$ , la variable exogène est significativement

contributive à l'explication de la variable endogène.

si  $t_{\hat{a}_i}^* \leq t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$  alors on accepte  $H_0$ , la variable exogène n'est pas contributive à l'explication de la variable endogène.

L'exécution de ce test pour chaque paramètre du modèle, on trouve que :

- 14 paramètres sont significativement différents de 0 au seuil de signification  $\alpha = 10\%$  :  $a_0, a_L, a_E, a_{Ab}, a_{VFVF}, a_{VFVP}, a_{LE}, a_{EE}, a_{AbAb}, a_{VPL}, a_{VPE}, a_{VFAb}, a_{LAb}, a_{EAb}$ .

- Le reste des paramètres (7 paramètres) ne sont pas significativement différents de 0 au seuil signification  $\alpha = 10\%$  :  $a_{VF}, a_{VP}, a_{VPP}, a_{LL}, a_{VFL}, a_{VFE}, a_{VPAb}$ .

La nullité des 07 paramètres restant est due probablement à l'insuffisance du nombre d'observation<sup>89</sup>.

✓ La signification globale du modèle est basée sur l'utilisation du test de Fisher, qui est formulé sous les hypothèses suivantes:

$$H_0 : a_1 = a_2 = \dots = a_k = 0$$

contre

$$H_1 : \text{il existe au moins un des paramètres non nul}$$

En calculant la valeur de Fisher empirique  $F^* = \frac{R^2/k}{1 - R^2/n - k - 1}$  et on la compare au

valeur de Fisher théorique  $F_\alpha$  à k et n-k-1 degrés de liberté (lue sur la table de Fisher au seuil de signification 10%). Nous avons la décision suivante:

- si  $F^* > F_\alpha$  alors on rejette  $H_0$ , le modèle est globalement bon

- si  $F^* \leq F_\alpha$  alors on accepte  $H_0$ , le modèle est globalement rejeté.

L'exécution de ce test pour chaque équation du système, on trouve que :

-le modèle de la fonction coût est globalement significatif, car la valeur de Fisher empirique est supérieure à la valeur de Fisher théorique, c'est-à-dire

$$F^* = \frac{R^2/k}{1 - R^2/n - k - 1} = \frac{0.86/20}{1 - 0.86/60 - 20 - 1} = 11.98 > F_{0,10}(20,39) = 1.60$$

<sup>89</sup> L'estimation par la méthode SURE est recommandée sur un échantillon assez grand.

-le modèle de l'équation part de travail est globalement significatif, car

$$F^* = \frac{R^2/k}{1-R^2/n-k-1} = \frac{0.36/5}{1-0.36/60-5-1} = 6.07 > F_{0,10}(5,54) = 1.95$$

-le modèle de l'équation part d'énergie est globalement significatif, car

$$F^* = \frac{R^2/k}{1-R^2/n-k-1} = \frac{0.31/5}{1-0.31/60-5-1} = 4.85 > F_{0,10}(5,54) = 1.95$$

✓ Le modèle est sous la forme log, cela nous permet d'interpréter les coefficients de ce modèle comme des élasticités<sup>90</sup>. La lecture du tableau (18) indique que les paramètres  $a_{Ab}, a_L, a_E$  sont respectivement les valeurs de l'élasticité du coût par rapport au nombre d'abonnés ( $Ab$ ), la part de la masse salariale ( $L$ ) et la part d'énergie ( $E$ ):

○ La part estimée de la masse salariale est de 30,07% et celle de l'énergie est de 6,09% et on déduit la part des « autres dépenses » de l'ordre de 63,84% dans les coûts d'exploitation des services de l'eau potable. Par conséquent, la part des « autres dépenses » est le facteur le plus important qui détermine le niveau du coût d'exploitation, définie comme les divers matériaux, les produits chimiques, les achats et stocks, les travaux et réparations, les pièce de rechange....

○ Par ailleurs, un accroissement de 1% du nombre d'abonnés induit une augmentation du coût variable de 0,90%.

✓ Les paramètres associés aux termes quadratiques des variables : volume facturé, énergie, nombre d'abonnés sont significatifs et positifs.

✓ La fonction de coût doit vérifier certaines autres conditions de régularité importantes, telles que la monotonie (les parts des coûts estimées doivent être positives pour chaque observations) et la matrice des dérivées secondes par rapport aux prix des facteurs de production doit être symétrique. Ces conditions sont satisfaites dans notre étude. En effet :

<sup>90</sup> BOURBONNAIS Regis, économétrie. Dunod, Paris, 2002. Page 157.

○ Les parts des coûts estimées ( $S_L$  et  $S_E$ ) sont positives au point de référence pour chaque observation, la condition de monotonie est donc bien satisfaite.

○ En outre, la matrice des dérivées secondes de la fonction de coût translog par rapport aux prix des facteurs de production (travail et énergie) est symétrique d'après les résultats, qui est égale :

$$\begin{bmatrix} -3.98E-11 & 0.004131 \\ 0.004131 & 1.85E-10 \end{bmatrix}$$

### III. Élasticités de substitution des facteurs de production

Nous avons présenté théoriquement dans le premier chapitre, la notion de l'élasticité partielle de substitution des facteurs de production. Dans cette section nous allons la mesurer pratiquement à partir de l'estimation des équations des parts de coût. Cette étude a des avantages très importants dans la gestion des différents facteurs de production au sein de l'entreprise.

Nous appliquons trois estimations séparées par la méthode SURE, en utilisant successivement les équations SE et SL puis les équations SL et SM, enfin les équations SE et SM.

Nous calculons les élasticités partielles de substitution entre les facteurs de production à l'aide des coefficients estimés et les parts de coût, comme indique la formule suivante :

$$\sigma_{jj'} = 1 + \frac{a_{jj'}}{S_j S_{j'}} \quad j \neq j' \text{ telque } j \text{ et } j' = E, L, M$$

Puis nous constatons la nature des différentes relations qui existent entre ces facteurs de production.

Les résultats détaillés des différentes élasticités pour chaque couple de facteurs de production (travail et énergie, travail et autres dépenses, énergie et autres dépenses) se trouvent dans l'annexe C-9.

### III.1.Elasticité de substitution travail - énergie

En respectant la contrainte d'asymétrie et la contrainte d'homogénéité de degré 1 par rapport au prix de facteur de production, le modèle est constitué de deux équations des parts de coût SL et SE comme suit :

$$\begin{cases} s_E = a_E + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{EE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \\ s_L = a_E + a_{LL} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAb} \ln z_{Abt} \end{cases}$$

Les résultats estimés de ce système à l'aide du logiciel Eviews sont présentés dans l'annexe C-6, et l'essentiel des résultats est résumé dans le tableau ci-dessous, qui présente les paramètres associés aux variables des prix de facteur de production et les tests de student des coefficients estimés sont présentés entre parenthèse (sous les coefficients estimés).

**Tableau n°19** : Paramètres des variables des prix des facteurs de production (équations:SE-SL)

	$\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$	$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$
$S_E$	0.015699 (6.360047)	-0.009374 (-4,287289)
$S_L$	-0.009374 (-4,287289)	0.015398 (5.683642)

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews.

Les résultats de ce tableau montrent qu'en utilisant le test de Student nous constatons au seuil de signification de 10% que les coefficients des équations des parts par rapport aux prix des facteurs de production sont significatifs (car  $t_{\hat{a}_i}^* (\text{calculé}) > t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)(\text{théorique}) = t_{0.05}(60-5-1) = 1.64$ ).

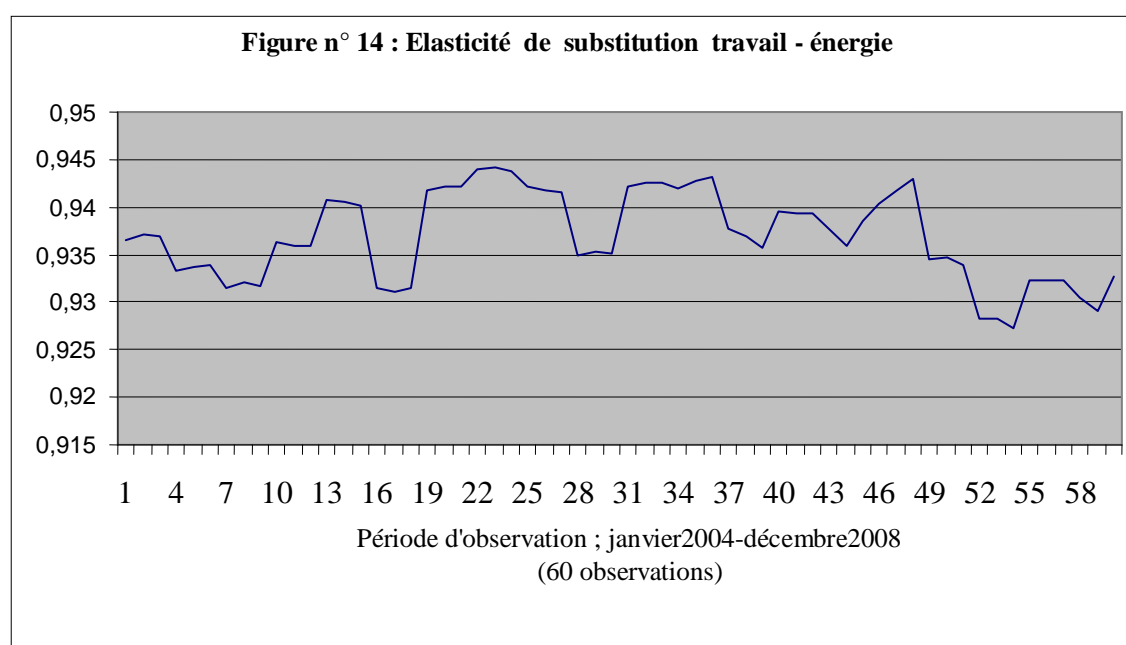
Le test de Fisher indique que le modèle est globalement significatif (car  $F^*(\text{empirique}) > F_{\alpha}(k, n-k-1)(\text{théorique}) = F_{0.1}(5, 60-5-1) = 1.95$ )



L'élasticité partielle de substitution au sens d'Allen entre travail et énergie  $\sigma_{LE}$  se calcule comme suit<sup>91</sup> :

$$\sigma_{jj'} = 1 + \frac{a_{jj'}}{s_{j'} s_{j't}} \Rightarrow \sigma_{LE} = 1 + \frac{a_{LE}}{s_{L_t} s_{E_t}} = 1 + \frac{-0,009374}{s_{L_t} s_{E_t}}$$

Les résultats de calcul de cette élasticité ( $\sigma_{LE}$ ) sont dans l'annexe C-9, ils sont schématisés dans la figure ci-dessous.



Source : Réalisée par nous-mêmes.

D'après cette figure, l'élasticité partielle de substitution d'Allen entre travail-énergie est positive pour chaque observation<sup>92</sup>, elle est variée entre (0,925 et 0,945), ce qu'est montre que ces facteurs sont substituables sur toute la période d'observation.

Dans ce cas les services d'alimentation en eau potable sont capables de substituer l'électricité au travail assez facilement, par exemple, il est aisé pour le service d'exploitation

<sup>91</sup> Avant de calculer l'élasticité, il faut d'abord remarquer que les élasticités calculées à partir des estimateurs non significativement différents de zéro ne doivent pas être théoriquement prises en considération. Nous les avons mentionnées ici à titre indicatif.

<sup>92</sup> La substitution entre les facteurs de production, signifie qu'il existe une certaine substitution entre les facteurs de production mais ces derniers ne sont pas parfaitement substituables, car les élasticités partielle de substitution d'Allen calculées ne tendent pas vers l'infini, elles sont comprises entre 0 et 1.

de laisser le réseau en l'état et d'augmenter la production d'eau par l'augmentation de la consommation de l'électricité, pour satisfaire la demande des usagers notamment si le prix de la main-d'œuvre réparant les fuites est coûteux. Et vice-versa<sup>93</sup>.

### III.2. Elasticité de substitution travail-« autres dépenses ».

En respectant toujours la contrainte d'asymétrie et la contrainte d'homogénéité de degré 1 par rapport au prix de facteur de production, le modèle est constitué de deux équations des parts de coût SL et SM comme suit :

$$\begin{cases} s_L = a_E + a_{LL} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Et}}\right) + a_{LM} \ln\left(\frac{w_{Mt}}{w_{Et}}\right) + a_{VFL} \ln y_{Vft} + a_{VPL} \ln y_{Vpt} + a_{LAb} \ln z_{Abt} \\ s_M = a_M + a_{LM} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Et}}\right) + a_{MM} \ln\left(\frac{w_{Mt}}{w_{Et}}\right) + a_{VFM} \ln y_{Vft} + a_{VPM} \ln y_{Vpt} + a_{MAb} \ln z_{Abt} \end{cases}$$

Les résultats estimés de ce système, à l'aide du logiciel Eviews sont présentés dans l'annexe C-7, et l'essentiel des résultats est résumés dans le tableau ci-dessous, qui présente les paramètres associés aux variables des prix de facteur de production et les tests de student des coefficients estimés sont présentés entre parenthèse (sous les coefficients estimés).

**Tableau n° 20:** Paramètres des variables des prix de facteur de production (équations :SL-SM)

	$\ln\left(\frac{w_L}{w_E}\right)$	$\ln\left(\frac{w_M}{w_E}\right)$
$S_L$	0.019996 (8.227619)	-0.006960 (-7.071457)
$S_M$	-0.006960 (7.073170)	0.011699 (13.58567)

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews.

Les résultats de ce tableau montrent qu'en utilisant le test de Student nous constatons au seuil de signification de 10% que les coefficients des équations des parts par rapport aux

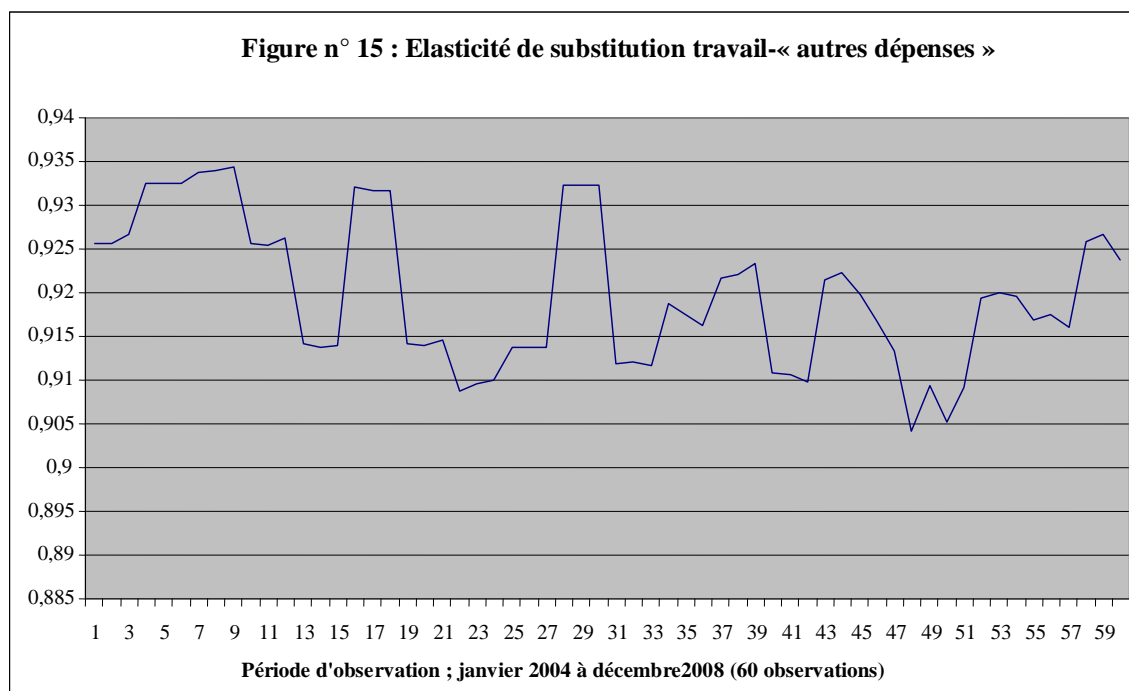
<sup>93</sup> Car l'élasticité de substitution partielle est symétrique.

prix des facteurs de production sont significatifs (car  $t_{\hat{a}_i}^* (calculé) > t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)(théorique)$ ).

Le test de Fisher indique que le modèle est globalement significatif (car  $F^*(empirique) > F_{\alpha}(k, n-k-1)(théorique)$ )

L'élasticité partielle de substitution au sens d'Allen entre travail et « autres dépenses »  $\sigma_{LM}$ , se calcule comme suit :  $\sigma_{LM} = 1 + \frac{a_{LM}}{s_{L_t} s_{M_t}} = 1 + \frac{-0,006960}{s_{L_t} s_{M_t}}$

Les résultats de calcul  $\sigma_{LM}$  sont présentés dans l'annexe C-9, ils sont schématisés dans la figure ci-dessous.



Source : Réalisée par nous-mêmes.

D'après cette figure, l'élasticité partielle de substitution d'Allen entre travail et « autres dépenses » est positive pour chaque observation, elle varie entre 0,904 et 0,935, ce qu'est montre que ces facteurs sont substituables sur toute la période d'observation.

### III.3. Elasticité de substitution énergie-« autres dépenses »

En respectant toujours la contrainte d'asymétrie et la contrainte d'homogénéité de degré 1 par rapport au prix de facteur de production, le modèle est constitué de deux équations des parts de coût SL et SE (part d'énergie et part des autres dépenses) comme suit :

$$\begin{cases} s_E = a_E + a_{EE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Lt}}\right) + a_{EM} \ln\left(\frac{w_{Mt}}{w_{Lt}}\right) + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \\ s_M = a_M + a_{EM} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Lt}}\right) + a_{MM} \ln\left(\frac{w_{Mt}}{w_{Lt}}\right) + a_{VFM} \ln y_{VFt} + a_{VPM} \ln y_{VPt} + a_{MAb} \ln z_{Abt} \end{cases}$$

Les résultats estimés de ce système à l'aide du logiciel Eviews sont présentés dans l'annexe C-8, et l'essentiel des résultats est résumé dans le tableau ci-dessous, qui présente les paramètres associés aux variables des prix de facteur de production.

**Tableau n°21:** Paramètres des variables des prix de facteur de production (équations:SE-SM).

	$\ln\left(\frac{w_E}{w_L}\right)$	$\ln\left(\frac{w_M}{w_L}\right)$
$S_E$	0.016189 (7.348906)	-0.002940 (-2.601558)
$S_M$	-0.002940 (-2.601558)	0.010497 (10.03351)

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews.

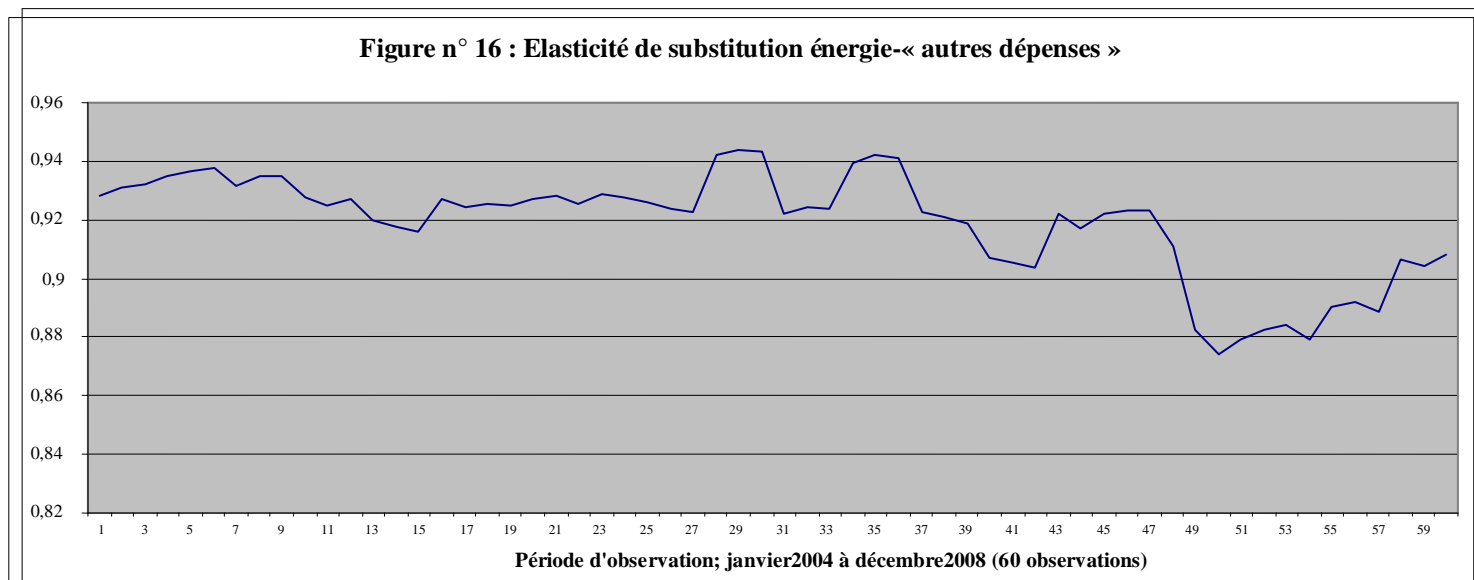
Les résultats de ce tableau montrent qu'en utilisant le test de Student nous constatons au seuil de signification de 10% que les coefficients des équations des parts par rapport à leur prix sont significatifs (car  $t_{\hat{a}_i}^*$  (calculé)  $>$   $t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$  (théorique)).

Le test de Fisher indique que le modèle est globalement significatif (car  $F^*$  (empirique)  $>$   $F_{\alpha}(k, n-k-1)$  (théorique))

L'élasticité partielle de substitution au sens d'Allen entre énergie et autres dépenses

$$\sigma_{EM} \text{ se calcule comme suit : } \sigma_{EM} = 1 + \frac{a_{EM}}{S_{Et}S_{Mt}} = 1 + \frac{-0,002940}{S_{Et}S_{Mt}}$$

Les résultats de calcul  $\sigma_{LM}$  sont présentés dans l'annexe C-9, ils sont schématisés dans la figure ci-dessous.



Source : Réalisée par nous-mêmes.

D'après cette figure, l'élasticité partielle de substitution d'Allen entre énergie et autres dépenses est positive pour chaque observation, elle varie entre (0,8743 et 0,9440), ce qu'est montre que ces facteurs sont substituables sur toute la période d'observation.

Dans ce cas, les services d'alimentation en eau potable sont capables de substituer l'énergie par autres dépenses. Par exemple, il est facile pour l'exploitant de service d'utiliser autres dépenses comme le placement des nouvelles pièces de rechange pour réparer le réseau au lieu d'augmenter la production d'eau (par l'augmentation de la consommation de l'énergie) notamment si le prix de l'énergie pour produire l'eau devient coûteux, dont l'objectif de satisfaire de façon identique la demande des usagers et vice-versa.

## Conclusion

En utilisant la méthode SURE, la fonction de coût du service d'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Béjaïa a été estimée par la méthode Translog, tout en respectant ses propriétés de base, les résultats obtenus à travers le logiciel Eviews sont résumés comme suit :

- ✓ 14 paramètres du modèle du coût apparaissent individuellement significatifs au seuil de signification de 10% :

$a_0, a_L, a_E, a_{Ab}, a_{VFVF}, a_{VFVP}, a_{LE}, a_{EE}, a_{AbAb}, a_{VPL}, a_{VPE}, a_{VFAb}, a_{LAb}, a_{EAb}$ . Tandis que le reste des paramètres ne sont pas significatifs.

- ✓ Avec le test de Fisher, le modèle est globalement significatif pour les trois équations : la fonction coût, l'équation part de travail et l'équation part d'énergie.
- ✓ La part estimée de la masse salariale est de 30,07%, celle de l'énergie est de 6,09% et pour la catégorie « autres dépenses » elle est de l'ordre de 63,84% des coûts d'exploitation de service de l'eau potable.
- ✓ Un accroissement de 1% de nombre d'abonnés (Ab) induit une augmentation du coût variable de 0,90%.

Les élasticités de substitution entre les facteurs de production calculées par l'estimation des équations des parts de coût (3 estimations séparées), suggèrent que ces facteurs de production sont substituables, c'est-à-dire, il y a une possibilité de substituer chaque facteur de production par un autre, à titre d'exemple, la substitution entre le facteur de l'énergie, qui est utilisée dans l'extraction et la mise en pression d'un volume d'eau, et le facteur travail, qui est censé intervenir dans les réparations de fuites, laisse penser qu'un exploitant (dans notre étude c'est l'Algérienne des eaux) peut prendre la décision de laisser les pertes d'eau en l'état et d'accroître sa production en amont pour continuer de satisfaire la demande de ses usagers notamment lorsque la réparation des fuites est coûteuse et vis versa, c'est-à-dire de substituer le facteur de travail par le facteur d'énergie lorsque ce dernier est plus coûteux .

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

---

---

L'analyse de la fonction des coûts d'une entreprise s'inspire de nombreux développements théoriques et empiriques, qui sont produits dans la théorie économique. L'application de cette analyse dans le cas des services de l'eau potable est un exercice d'une importance capitale. Elle permet ; d'appréhender les techniques liées à la production et à la mise à disposition de l'eau potable, à partir du point de prélèvement de l'eau brute jusqu'au robinet de l'utilisateur. C'est un processus qui consiste à mettre en œuvre des fonctions différentes et l'exploitation des infrastructures spécifiques.

L'étude de cette fonction nous a conduits à modéliser les décisions des exploitants, en charge des services d'alimentation en eau potable (Algérienne des eaux) au niveau de la ville de Béjaia. L'approche adoptée pour mener cette analyse consiste en l'utilisation de la fonction de coût microéconomique ; autrement dit, nous avons considéré que l'entreprise minimise ses charges d'exploitation (les charges en travail, en énergie et autres charges) et que la production de l'eau se définit comme un processus multi-produits (eau facturée et eau perdue); en outre nous avons introduit dans notre modèle une variable technique qui est le nombre d'abonnés desservis. La modélisation de cette fonction s'effectue par l'utilisation de l'une des formes fonctionnelles flexibles de la fonction de coût : « la fonction Translog ». C'est une approximation locale du second-ordre de toute fonction de coût, qui estime les paramètres par la prise en compte des propriétés de la fonction de coût mises en évidence dans la théorie microéconomique (propriété d'asymétrie, propriété d'homogénéité, condition de monotonie, matrice des dérivées secondes par rapport aux prix des facteurs de production symétrique). Ainsi, de déduire d'une façon simple les fonctions de demande des facteurs de production (les parts de coût) et les élasticités de substitution.

L'estimation de la fonction de coût translog nécessite l'utilisation de méthodes d'estimation simultanée (groupe des équations), car les méthodes classiques d'estimation (équation par équation) ne permettent pas de tenir compte des contraintes de symétrie des coefficients inter-équation. L'estimation d'équations simultanées est caractérisée par une forte corrélation des erreurs inter-équation sur la même observation, ce qui nous a permis d'estimer le modèle par la méthode de Zellner itérative.



Les résultats d'estimation de la fonction de coût, obtenus par le modèle simultané de trois équations (fonction coût, équation part de travail, équation part d'énergie), réalisés sur la base de 60 observations associées aux données de services d'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Béjaïa, se résument par les points suivants :

- ✓ Les facteurs qui déterminent le niveau des coûts des services de l'eau potable sont les facteurs : travail, énergie et « autres dépenses », nombre d'abonnés ; par contre le volume de production (volume consommé et volume perdu) n'explique pas le niveau des coûts.
- ✓ Le facteur « travail » est le moins déterminant du niveau des coûts comparativement aux autres facteurs analysés. En effet, ce dernier n'explique que 30,07% du niveau des coûts, contrairement au facteur « autres dépenses » qui en explique la plus grande part, soit 63,84%. Concernant le facteur « énergie », sa part ne représente que 6,09%, c'est-à-dire qu'elle est relativement marginale.
- ✓ Il y a une relation croissante entre le nombre d'abonnés et le niveau des coûts.

Sur la base de ces conclusions, nous pouvons citer quelques recommandations à l'attention des gestionnaires de l'ADE dans leur prise de décision :

- En tenant compte du premier point, nous suggérons à l'ADE, de procéder à une meilleure utilisation de ses facteurs de production.
- La formation du personnel dans les domaines de comptabilité analytique, management et finances, stratégie communication, gestion et transfert du patrimoine, gestion des inventaires, etc., afin de développer le processus de gestion.
- La sélection des méthodes de production les plus efficaces, notamment celles qui permettent d'économiser l'usage des facteurs de production tout en profitant des innovations technologiques et des progrès de la science.
- Nous suggérons à l'entreprise ADE d'axer ses efforts sur la gestion optimale de facteur « autres dépenses », surtout lorsqu'on sait que ces dernières années, ces dépenses prennent de plus en plus de poids dans le budget du service.

Nous avons encore étudié dans ce travail, l'étude de l'élasticité de substitution des facteurs de production afin de connaître la nature des différentes relations existantes entre eux. Celle-ci est effectuée par l'estimation des équations des parts de coût par la méthode SURE (trois estimations séparées) ; ces estimations nous ont permis de calculer les élasticités

partielles de substitution entre facteurs de production. Les différents résultats obtenus ont montré que les facteurs de production sont substituables entre eux, ce qui autorise l'arbitrage entre les activités de production et de distribution. Cela signifie qu'il est possible de satisfaire de manière équivalente les usagers en compensant un facteur de production par un autre lors du processus de production de l'eau potable.

La substitution entre les différents facteurs de production nous a permis aussi de tracer d'autres objectifs. A titre d'exemple, la possibilité de substituer le facteur d'énergie par le facteur de travail dans le processus de production et de distribution de l'eau potable, permet à l'ADE de prendre la décision d'accroître le facteur de travail pour réparer les fuites des différents réseaux afin de continuer à satisfaire la demande. Ceci peut conduire à économiser l'énergie (notamment si le prix de l'énergie est élevé), et à éponger une certaine proportion du taux de chômage sur le marché du travail par le recrutement de nouveaux employés, ainsi que de réduire les pertes en eau par la réparation des fuites des réseaux et d'offrir une meilleure gestion du service, en particulier si la main d'œuvre embauchée est compétente dans le domaine.

Notre étude aurait pu avoir une analyse plus large si nous avions pu disposer de plus de données. Ceci est dû aux nombreuses contraintes rencontrées lors de la collecte de données (la non disponibilité de certaines données, la non cohérence entre les données des différents organismes intervenants, le manque de collaboration de la part de certains responsables....), qui ont de surcroît entravé l'accomplissement d'autres objectifs. Aussi, la non significativité des autres variables dans le modèle est due probablement au fait que la méthode « SURE » nécessite un échantillon de grande taille que celui que nous avons pris, comparativement à d'autres études effectuées dans ce domaine (BOYER. M et GARCIA. S ; 2004. GARCIA.S; 2002. GARCIA. S & REYNAUD.A; 2004....). A cet effet, nous avons pensé à la méthode de régression pas à pas pour obtenir le meilleur modèle, mais malheureusement, nous avons trouvé des difficultés lors de son application qui ne prend pas en compte les propriétés de base de la fonction de coût dans le domaine de la théorie microéconomique. Nous l'avons donc omis de notre travail.

Pour les futures recherches dans ce domaine, il serait intéressant de :

- Avoir un échantillon important afin d'augmenter le nombre des paramètres significatifs, qui peuvent donner plus de fiabilité à expliquer la maîtrise des coûts de l'entreprise.
- Mener des études à l'échelle nationale pour que les conclusions puissent être prises en compte dans les politiques nationales de gestion de l'eau potable.
- Estimer les coûts marginaux, puisqu'ils donnent une meilleure indication du niveau du prix à fixer aux usagers, et qui permettent d'informer sur le niveau du déficit ou d'excédent des comptes de l'exploitant par rapport au prix pratiqué.

# *Bibliographie*

## Bibliographie

---

### Ouvrages

1. ALBERTINI Jean.M & SILEM.A, « Lexique d'économie », Dalloz, Paris, 2002.
2. ANNIE Erchard.G & Margat.J , « Introduction à l'économie générale de l'eau », Masson, Paris, 1983.
3. ARNAUD-R & NICOLAS-V, « Econométrie, théorie et application », NATHAN, Paris, 1998.
4. ARRUS- R, « L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830-1962) », OPU, Alger, 1985.
5. BAZEN.S & SABATIER.M, « Econométrie, des fondements à la modélisation », Vuibert, paris, Février 2007.
6. BENACHENHOU.A, « Le prix de l'avenir : le développement durable en Algérie », Thotm éditions. Paris, 2005.
7. BERNARD.C, « Encyclopédie de comptabilité, contrôle de gestion et audit », Economica, Paris, 2000.
8. BOURBONNAIS.R, « Econométrie », Dunod, Paris, 2002.
9. BOURDIN.J, « Les finances des services publics de l'eau et de l'assainissement », Economica, Paris, 1998.
10. BRIGITTE.D, « Introduction à l'économétrie », Montchrestien, E.J.A, Paris, 1999.
11. CADORET.I, BENJAMIN.C, MARTIN.F, HERRAD.N et TANGUY.S, « Econométrie appliquée ; méthodes applications corrigés », Edition de bœck université, Paris, 2004.
12. CASIN.P, « Econométrie, méthode et application avec Eviews », Edition TECHNIP, Paris, 2009.
13. CHA.G et PIGET.P, « Comptabilité analytique », Economica, Paris 1998.
14. CHIKHR SAIDI.F, « La crise d'eau à Alger ; une gestion conflictuelle », L'Harmattan, paris, 1997.
15. CHRISTIAN.L, « Introduction à l'économétrie ; maîtrise d'économétrie », Dunod, Paris, 1972.
16. DUBOIS.P, « Introduction à la microéconomie ; cours et exercices », Ellipses, Paris, 1997.
17. DUTHIL.G & VANHAECKE.D, « Initiation à la microéconomie », Ellipses, Paris, 1995.
18. JOHNSTON.J, « Méthodes économétriques », Economica, Paris, 1998.

19. LOCHARD.J, « La comptabilité analytique ou comptabilité de responsabilité », Editions d'Organisation, Paris, 1998.
20. MANSFIELD.E, « Economie appliquée à la Gestion », Economica, Paris, Janvier 1996.
21. REMIN.B, « La problématique de l'eau en Algérie », OPU, Alger, 2005.
22. SAHRAOUI.A, « Comptabilité analytique de gestion, exercices et études de cas corrigés », BERTI Editions, Alger, 2004.
23. SMETS.H, « De l'eau potable à un prix abordable, La pratique des États. Académie de l'Eau », France, 2008.
24. VINCENT.G, « Statistique appliquée à la gestion », ECONOMICA, Paris, 1995.

### Revues et Articles

1. BOUTALEB.K : Problématique de la détermination des coûts et des prix dans un système de gestion durable et intégrée de l'eau. Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007.
2. BOUYACOUB.A: Monnaie, prix et ajustement, problèmes de la transition en Algérie. Les Cahiers du CREAD. N°57-3<sup>ème</sup> trimestre 2001. P ; 93-114.
3. BOYER.M et GARCIA. S : "Régulation et mode de gestion : une étude économétrique sur les prix et la performance dans le secteur de l'eau potable. Département de sciences économiques, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville Montréal (QC) H3C 3J7, Canada, et Fellow CIRANO, 6 avril 2004.
4. CADORET.I & RENOUE.P : Elasticités et substitutions énergétiques : Difficultés méthodologiques. Cahiers du CESEG – document n°6, école nationale supérieure du pétrole et des moteurs- institut français du pétrole, 1992.
5. Conseil Mondial de l'eau, « l'eau : l'affaire de tous », 3<sup>ème</sup> forum mondial de l'eau Kyoto, centre international de réflexion sur la politique de l'eau. Mars 2003.
6. GARCIA. S et REYNAUD.A: "Estimating the benefits of efficient water pricing in France." Resource and Environmental Economics Study Group at Brock University, Ontario. 2004 pp. 1-25.
7. GARCIA.S : Mesure des économies d'échelle et taille efficace intercommunalité. GEA-ENGREF, Paris, 13 janvier 2003.
8. GARCIA.S : Rendements et efficacité dans les industries en réseau : le cas des services d'eau potable délégués. Economie et Prévision 2002/3, n°154, page123-138.
9. HADEF.A, HADEF.R: Le déficit d'eau en Algérie: une situation alarmante, Institut de Génie Mécanique Centre Universitaire Larbi Ben M'hidi, Oum- El-Bouaghi, Algérie 2001.

10. KEHAL Salim: Rétrospective et perspectives du dessalement en Algérie, Centre de Développement des Énergies Renouvelables, Bouzaréah, Alger, 2001.
11. Marcel.B, Michel.P, Pierre.J : La gestion déléguée de l'eau : les enjeux. CIRANO, Montréal, Juin 1999.
12. Sedec SA : Algérie ; construire l'avenir. Revue supplément au MOCI N°1706 DU 09 JUIN 2005. P 79 – 82 et 90-92.
13. SMETS.H : Les fondements d'une politique de l'eau potable. LA HOUILLE BLANCHE/N° 1-2004.

### **Thèses et mémoires**

1. BESSAHA.S et BOULARIAS.O: Contribution à l'analyse de la gestion de l'eau en Algérie à travers un instrument de régulation : la tarification. Mémoire d'ingénieur d'Etat en planification et statistiques, INPS. Alger, 2004.
2. FAUQUERT.G: Les déterminants du prix des services d'eau potable en délégation ; contribution à la régulation locale des services publics de l'eau potable. Thèse de doctorat en sciences de l'eau, option gestion. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts. Paris, 2007.
3. JUAN.S : Les modélisations économétriques d'estimation de coût dans l'industrie automobile : L'apport des techniques de Bootstrap. Thèse de Doctorat en sciences économiques (1992).
4. POIRIER.F: Théorie et mise en œuvre de la fonction translog dans la modélisation énergétique. Thèse de doctorat en sciences économiques, université de droit, d'économie et de sciences sociales de paris 2, 1987.

### **Rapports et autres**

- CNES et Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement : « L'eau en Algérie : le grand défi de demain ». Avant projet du rapport. 05 mars 2000.
- JEFF Harris - Donald Tate en collaboration avec Steven Renzetti et Acres Associated Environmental Limited : Principes et concepts économiques liés aux services d'approvisionnement en eau des villes ; Rapport final. GeoEconomics Associates Incorporated, 2002.
- Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire : Rapport sur la nouvelle politique de l'eau, février 1995.

- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, projet SNAT 2025 ; bilan sectoriel et spatial. Mission 1 rapport 1, juillet 2004.
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, projet SNAT 2025 : diagnostic territorial, Mission 1 Rapport 2, octobre 2004.
- Ministère des Ressources en Eau, Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques ; stratégie nationale de développement économique et social, perspective décennale du secteur des ressources en eau 2004-2013, mai 2004.
- Agence de l'eau Rhin Meuse, « l'alimentation en eau potable»
- Ministère des Ressources en Eau (MRE) ; communication sur la stratégie du secteur des ressources eau. Juin 2002.

### **Sites Internet**

[www.mre.gov.dz](http://www.mre.gov.dz) : Ministère des ressources en eau.

[www.semide.dz](http://www.semide.dz) : Système euro-mediterraneen d'information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'eau.

[www.Ade.dz](http://www.Ade.dz) : Algérienne des eaux.

[www.economie-cours.fr](http://www.economie-cours.fr): Glossaire d'économie internationale, coût d'opportunité, 11 décembre 2009.

[www.Oieaux.fr](http://www.Oieaux.fr): Académie de l'eau « étude comparative de la gestion de l'eau par bassin ».

### **Organismes publics**

- Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH).
- Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT).
- Algérienne Des Eaux (ADE) de Béjaia.
- DPAT de la wilaya de Bejaia : annuaires statistiques sur la ville de Béjaia, résultats 1998,2008.
- Direction de l'Hydraulique des Wilayas (DHW) de Béjaia.
- Direction générale de l'Algérienne Des Eaux (ADE) d'Alger.
- Ministère des ressources en eau en Algérie.



### **Journaux officiels**

- Décret exécutif n° 70-82 du 23 novembre 1970 portant création de société nationale de distribution d'eau potable (SONADE).
- Décret exécutif n° 85-164, du 22 Ramadan 1405 correspondant au 11 juin 1985 portant création entreprise de production et de distribution des eaux ménagères industrielles et assainissement (EPDEMIA).
- Décret exécutif n° 96-100 du 06 Mars 1996 portant définition du bassin hydrographique et fixant le statut-type des établissements publics de gestion (J.O n° 17/96).
- Décret exécutif n°96-301 du 15 septembre 1996 définissant les modalités de tarification de l'eau potable, industrielle, agricole et pour l'assainissement ainsi que les tarifs y afférents (JO n°53/96).
- Décret exécutif n° 96-472 du 18 Décembre 1996 portant création du conseil national de l'eau (J.O n° 83/96).
- Décret exécutif n°98-156, du 19 Moharram 1419 correspondant au 16 mai 1998. fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents.
- Décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharram 1422 correspondant au 21 avril 2001 portant création de "l'Algérienne des eaux". (J.O n° 24).
- Décret exécutif n° 02-426 du 3 Chaoual 1423 correspondant au 7 décembre 2002 portant dissolution de l'agence nationale de l'eau potable et industrielle et de l'assainissement. (J.O n°82).
- Décret exécutif n° 05-13 du 28 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 9 janvier 2005 fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents. (J.O n°05).

# *Liste des tableaux et figures*

---

**Liste des tableaux et figures**


---

<b>Liste des tableaux</b>	<b>Page</b>
Tableau n° 1 : Récapitulatif des formes fonctionnelles flexibles	19
Tableau n°2 : Répartition des dépenses pour l'exploitation de service d'eau potable	38
Tableau n° 3: Différents types de biens dans l'analyse économique	39
Tableau n° 4 : Quelques activités proposées pour des contrats de services	48
Tableau n° 5 : Répartition des ressources souterraines du pays (millions de m <sup>3</sup> )	53
Tableau n° 6 : Répartition des ressources superficielles du pays (en million m <sup>3</sup> /an)	54
Tableau n° 7 : Répartition des entreprises régionales selon les régions hydrographiques	61
Tableau n° 8 : Tarifs de base appliqués en 1998, selon les zones territoriales	65
Tableau n° 9 : Barème de tarifs applicables en 2005 aux différentes catégories d'usagers et tranches de consommation	66
Tableau n° 10 : Tarifs de base appliqués en 2005, selon les zones territoriales	67
Tableau n° 11 : Evolution du prix de l'eau potable	68
Tableau n° 12 : Coût total d'un mètre cube d'eau potable dans certaines wilayas (en dinars/m <sup>3</sup> )	69
Tableau n° 13 : Niveau de subvention en pourcentage	72
Tableau n° 14: Evolution de la population de la ville de Béjaia	74
Tableau n° 15 : Production annuelle de l'eau pour la ville de Béjaia en 2008	76
Tableau n° 16 : Coût de réparation des réseaux de la ville de Béjaia	79
Tableau n° 17 : Statistique descriptive des différentes variables	84
Tableau n° 18: Résultats d'estimation du modèle de coût (S) à 20 variables explicatives	93
Tableau n°19: Paramètres des variables des prix des facteurs de production (équations:SE-SL)	100
Tableau n°20: Paramètres des variables des prix de facteur de production (équation :SL-SM)	102
Tableau n°21: Paramètres des variables des prix de facteur de production (équation:SE-SM).	104
Tableau n° 22 : Montants d'investissements gérés par l'agence nationale de barrage : Entre 2002-2008	121
Tableau n° 23 : Réseaux de distribution de l'eau potable dans la ville de Béjaia.	128
Tableau n° 24 : Réservoirs de stockage de l'eau potable pour l'alimentation de la ville de Béjaia	129
Tableau n° 25 : Résultats d'estimation du modèle de coût	132
Tableau n° 26 : Résultats d'estimation conjointement les équations des parts des coûts : travail-énergie	133

Tableau n° 27 : Résultats d'estimation conjointement les équations des parts de coût : travail-autres dépenses	134
Tableau n° 28 : Résultats d'estimation conjointement les équations des parts de coût : énergie-autres dépenses.	135
Tableau n° 29 : Elasticités partielles de substitution au sens d'Allen entre les facteurs de production.	136

**Liste des figures**

	<b>Page</b>
Figure n° 1 : Espace de définition du coût	06
Figure n° 2 : Décomposition d'un prix	09
Figure n°3 : Composants d'un prix de revient	10
Figure n° 4 : Schéma général d'alimentation en eau potable.	33
Figure n° 5 : Coûts d'un monopole naturel	41
Figure n° 6 : Tarification forfaitaire	44
Figure n° 7 : Tarification proportionnelle	45
Figure n° 8 : Tarification binomiale	46
Figure n° 9 : Evolution du nombre des barrages exploités	55
Figure n° 10 : Coûts de services de l'eau potable en Algérie	68
Figure n° 11 : Fréquence de la distribution de l'eau potable	72
Figure n° 12 : Evolution du taux de raccordement aux réseaux de l'AEP	73
Figure n° 13: Schéma général d'approvisionnement en eau potable de la ville de Béjaïa	75
Figure n° 14 : Elasticité de substitution travail-énergie	101
Figure n° 15 : Elasticité de substitution travail-autres dépenses	103
Figure n° 16 : Elasticité de substitution énergie-autres dépenses	105
Figure n° 17 : Carte des régions hydrographiques en Algérie	118
Figure n° 18 : Principaux bassins versants en Algérie	119
Figure n°19 : Structure régionale de l'algérienne des eaux	120
Figure n° 20 : Schéma d'alimentation en eau potable de la ville de Béjaïa	127

# *Annexes*

---

**Annexe A : Quelques données sur l'eau en Algérie**

---

**Annexe A-1** : Carte des régions hydrographiques en Algérie :

L'Oranie - Chott - Chergui

Le Chellif – Zahres

L'Algérois - Hodna – Soummam

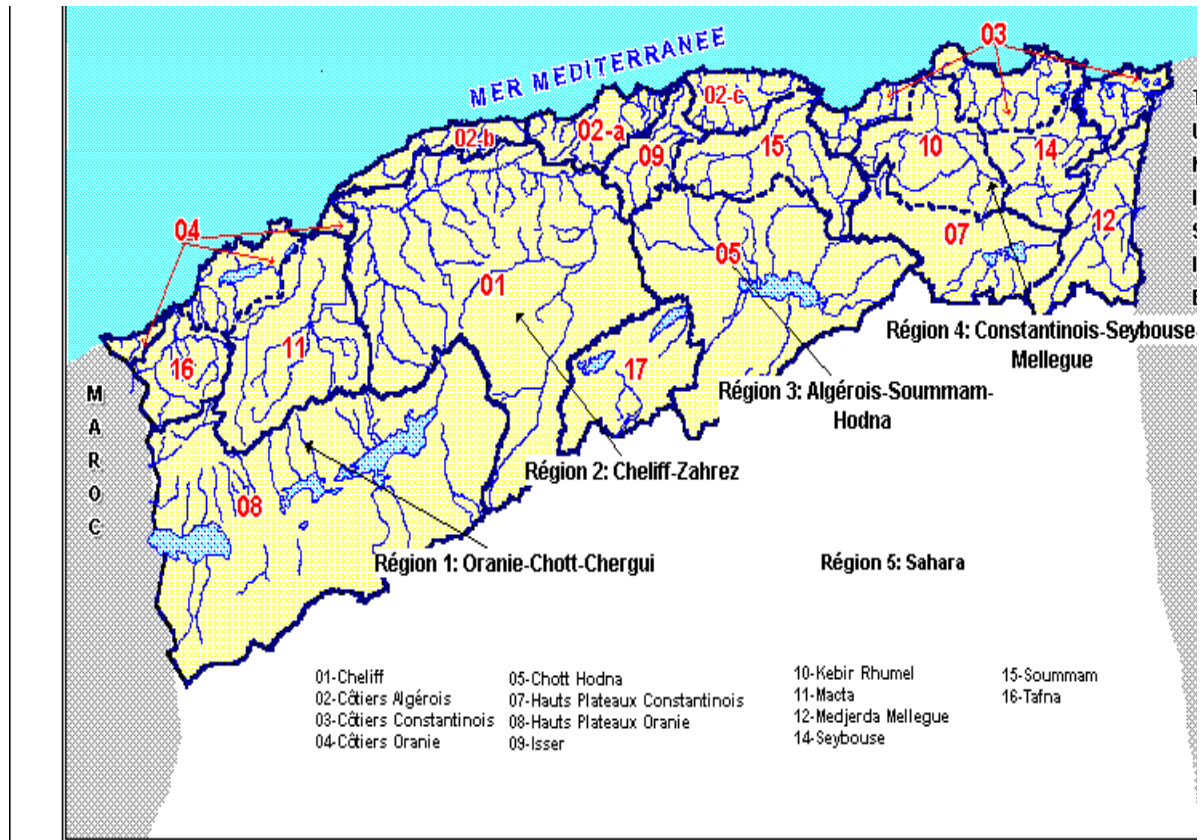
Le Constantinois - Seybouse -Mellegue

Le Sahara

Figure n° 17 : Carte des régions hydrographiques en Algérie



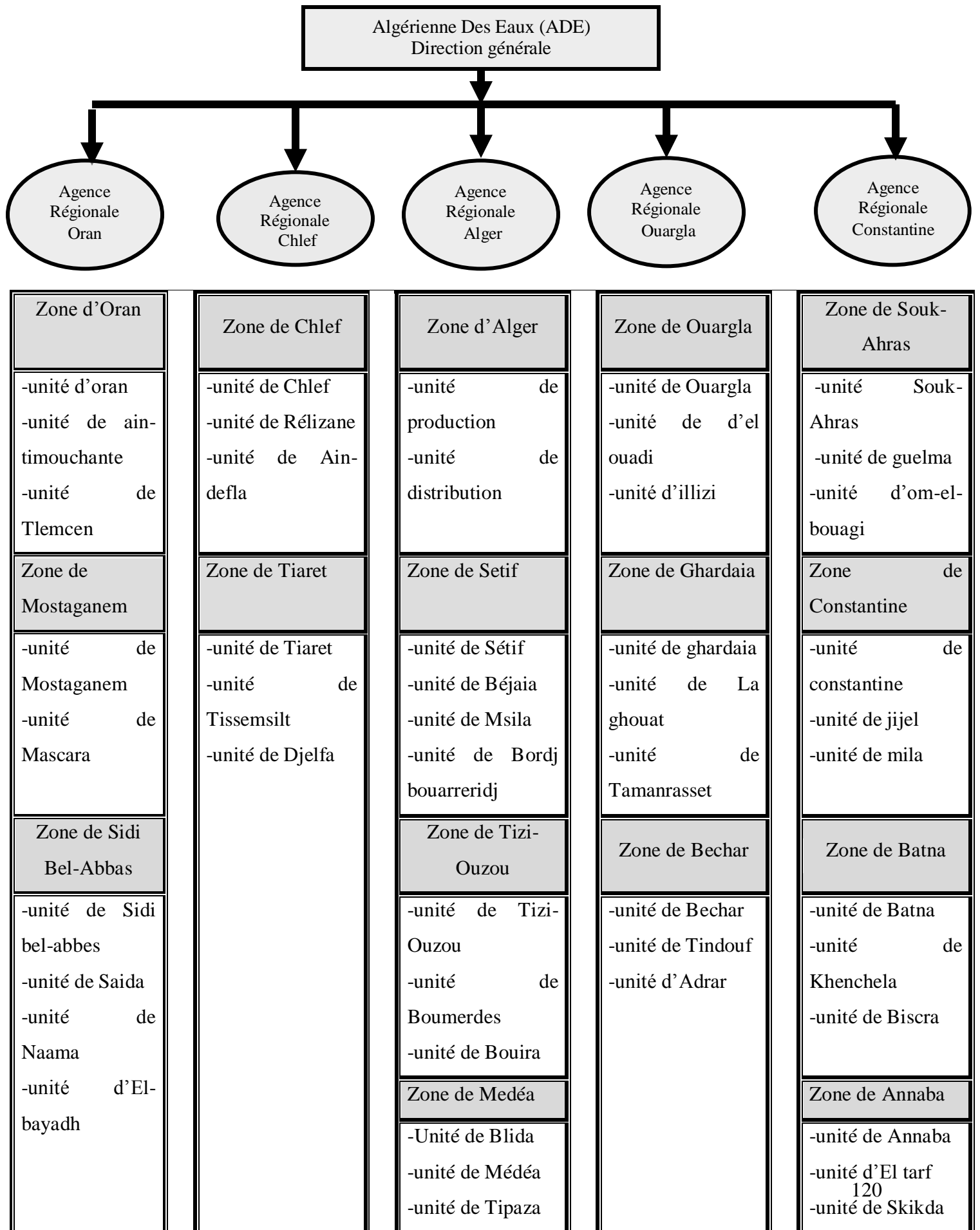
Source : Ministère des ressources en eau

**Annexe A-2****Figure n° 18 : Principaux bassins versants en Algérie**

Source : Ministère des ressources en eau

**Annexe A-3**

Figure n°19 : Structure régionale de l'Algérienne des eaux





**Annexe A-4**

Tableau n°22 : Montants d'investissements gérés par l'agence nationale de barrage : Entre 2002-2008

projet	année	Montant d'investissement (en Milliards DA)
Etudes	2002	3
Barrage bougous	2002	7
Barrage douara	2002	10.4
Barrage saf saf	2002	5
Dérivation djedra	2002	3.9
AEP partie de Tizi-Ouzou	2002	-
Barrage oued taht	2002	2
Retenues colinéaires	2002	0.9
Maintenance et exploitation des barrages	2002	3.5
Etudes	2003	1
AEP des villes de milla et constantine à partir du barrage de oued athmania	2003	14
AEP des villes de batna et kenchela à partir du barrage de koudiat medouar	2003	8
AEP de bouira à partir du barrage de tilesdit	2003	4.5
AEP de béjaia à partir du barrage de tichy-haf	2003	5.6
Maintenance et exploitation des barrages	2003	1
études	2004	1
Transfert (mazfran douéra el harrah)	2004	10
Barrage kssir	2004	4.6
Barrage lag	2004	7
Interconnexion foug-elkhenga ain dafla	2004	3
Interconnexion keddara-koudiat acerdoune	2004	5
AEP des villes des hauts plateaux à partir du barrage koudiat acerdoune	2004	10
Barrage souk tlata	2004	9.2
Barrage djemmaa aval	2004	10.2
Transfert des oueds ziane,berd et bardar vers le barrage de tilesdit	2004	5
Barrage renem	2004	5
Barrage taouirira	2004	6
Barrage z'hor	2004	7.5
Barrage boulatane	2004	7
Maintenance et exploitation des barrages	2004	1
Etudes	2005	1
Barrage djedra	2005	5
Transfert oued athmania vers tallizedane	2005	20
Transfert oued athmania vers koudiat mrdouar	2005	7
Barrage tallizedane	2005	5
Barrage kef eddir	2005	7
Transfert sétif hodna	2005	21
Transfert azeou-ports de fer	2005	10

Barrage irdjana	2005	7
Transfert draa el kiffan-djemaa aval	2005	8
Maintenance et exploitation des barrages	2005	2
Etudes	2006	1
Transfert Sétif Hodna	2006	30
AEP des agglomérations oum-el bouaghi	2006	5
Barrage el djazzar	2006	5
Barrage bouadjoul	2006	6
Barrage boussiaba	2006	7
Barrage el hakika	2006	5
Barrage el djidioua	2006	3
Barrage bouhaloufa	2006	6
Transfert boussiaba vers beni Haroun	2006	8.5
AEP des villes demilla	2006	4
Maintenance et exploitations des barrages	2006	2
Etudes	2007	1
Barrage azib timizar	2007	6
Barrage barek	2007	5
Barrage barika	2007	6
Barrage berkeche	2007	5
Barrage bounachi	2007	5
Barrage chebabta	2007	5
Barrage charchar	2007	6
Barrage dermoum	2007	6
Barrage el kseub	2007	6
Barrage en kouche	2007	5
Maintenance et exploitation des barrages	2007	2
Etudes	2008	1
Barrage koudiet maricha	2008	6
Barrage koudiet maricha	2008	5
Barrage m'djedel	2008	5
Barrage ouldja	2008	6
Barrage mellah	2008	6
Barrage ramdane djamel	2008	5
Barrage sidi khelifa	2008	5
Barrage soubella	2008	6
Barrage zaouia	2008	6
Maintenance et exploitation des barrages	2008	2
<b>Total</b>		<b>449.447</b>

Source : Ministère des ressources en eau.

## Annexe B : Quelques données relatives à la gestion de l'eau potable dans la ville de Béjaia

### Annexe B-1

#### Description du réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP) de la ville de Béjaia

Les réseaux d'alimentation en eau potable de la ville de Béjaia sont figurés en réseau d'adduction<sup>94</sup> et en réseau de distribution.

##### 1- Réseau d'adduction

Le réseau d'adduction de la ville de Béjaia est caractérisé par : une adduction primaire, une adduction secondaire.

##### 1-1-Adduction primaire

Cette adduction porte deux réseaux, qui transportent l'eau de point de prélèvement jusqu'à la station centrale (situé à Oued Sghir) :

Le premier réseau, est celui qui porte l'eau provenant des forages de oued Agrione et de la source de Kherrata gravitairement, par une conduite de diamètre 700 et de longueur 18601.63m.

Le deuxième réseau, est celui qui porte l'eau provenant des forages de oued Zitouna et des puits de oued djemaa gravitairement, par une conduite de diamètre 600.

##### 1-2- Adduction secondaire

D'après le levé topographique de la ville de Béjaia, l'alimentation se fait par étage à partir de la station centrale vers trois directions (zones), à savoir :

- Direction I dite ancienne ville.
- Direction II dite Sidi-Ahmed.
- Direction III dite Ihaddaden

❖ **La première direction (ancienne ville) :** On trouve dans cette direction quatre stations de reprises réparties sur quatre étages :

- ✓ **1<sup>er</sup> étage :** Qui comprend les réservoirs Fouka, d'une capacité totale de stockage 3000 m<sup>3</sup> (deux réservoirs chacun 1500m<sup>3</sup>), ils alimentent les quartiers de la plaine Lekhemis jusqu'à la cité CNS, d'une part et l'arrière-port d'autre part. Ils assurent le pompage vers le 2<sup>ème</sup> étage par une conduite de diamètre 500 et de longueur 350 ml (mètres linéaires)

<sup>94</sup> Conduites d'adduction d'eau ce sont des conduites de grands diamètres utilisées pour transporter l'eau au moment de la production de l'eau (le captage) jusqu'aux châteaux d'eau, en ce qui concerne les conduites de distribution d'eau sont des conduites de petit diamètre, distribuent l'eau traitée à partir des réservoirs aux différents réseaux des abonnés.

- ✓ **2<sup>ème</sup> étage** : Cet étage comprend le réservoir Boussiron d'une capacité 2000 m<sup>3</sup>, qui alimente gravitairement la citerne romaine par une conduite de diamètre 250. Cette dernière (citerne romaine), porte une capacité de 3700 m<sup>3</sup> et alimente la ville intermédiaire (ancienne ville). La station Boussiron assure aussi le pompage vers Sidi-Touati par une conduite de diamètre 300 et vers Gouraya par une conduite de diamètre 400 et de longueur 540 ml.
- ✓ **3<sup>ème</sup> étage** : Cet étage comprend les réservoirs de Sidi-Touati, qui alimentent la moyenne ville par gravité.
- ✓ **4<sup>ème</sup> étage** : Il comprend les réservoirs Gouraya ( $V= 750+750 +1000 \text{ m}^3$ ), qui assurent l'alimentation de la haute ville, et par gravité le réservoir de « petit Boussiron » d'une capacité 100 m<sup>3</sup>, par une conduite de diamètre 80. Ils alimentent aussi l'hôpital France Fanon, et les réservoirs Fort-Clauzel gravitairement par une conduite en acier de diamètre 300 et de longueur plus de 2km, pour alimenter les différents abonnés de ces régions.

❖ **La deuxième direction (Sidi-Ahmed)** : Cette direction porte une conduite d'acier de diamètre 500 et de longueur 2000 ml, qui véhicule l'eau de la station centrale jusqu'à la station Sidi-Ahmed I. On trouve dans cette direction quatre stations de reprises réparties sur quatre étages :

- ✓ **1<sup>er</sup> étage** : Cet étage porte les réservoirs de Sidi Ahmed I (2 réservoirs chacun 1000 m<sup>3</sup>), qui assurent l'alimentation par gravité les régions : Sidi-Ahmed I, Amriw et Targa Ouzemour, ils assurent le refoulement vers Sidi-Ahmed II par une conduite de diamètre 400 et de longueur 943 ml. Ils alimentent aussi le réservoir de Smina (capacité de stockage 1000 m<sup>3</sup>) par une conduite de diamètre 250, qui alimente à son tour : Smina, l'université (2 réservoirs d'une capacité totale 1000 m<sup>3</sup>), ainsi que le réservoir Tala-Markha par refoulement d'une capacité de 500 m<sup>3</sup> par conduite diamètre 200.
- ✓ **2<sup>ème</sup> étage** : Qui comprend les réservoirs de Sidi-Ahmed II (2 réservoirs d'une capacité totale de 2000 m<sup>3</sup>), qui alimentent Sidi-Ahmed II et par refoulement Sidi-Ahmed III par conduite de diamètre 300.
- ✓ **3<sup>ème</sup> étage** : Cet étage comprend deux réservoirs de Sidi-Ahmed III (d'une capacité totale 2000 m<sup>3</sup>), qui alimentent Sidi-Ahmed III et assurent le refoulement vers Sidi-Ahmed IV par une conduite de diamètre 250. Cet étage comprend aussi le réservoir Tala Markha, qui alimente gravitairement le réservoir Ibouhathmen (d'une capacité 200 m<sup>3</sup>) et par refoulement les réservoirs de Ossama ( $V= 200 \text{ m}^3$ ) par une conduite

de diamètre 200 et de longueur 1513m, ainsi le réservoir Adrar Oufarnou (qui alimente à son tour localité Adrar Oufarnon).

- ✓ **4<sup>ème</sup> étage** : Cet étage comprend les réservoirs de Sidi-Ahmed IV (2 réservoirs, d'une capacité totale de 200 m<sup>3</sup>), qui alimentent par gravité Ighil-Elbordj, Sidi-Ahmed IV, et Tala Ouriane et les réservoirs de Fort Clauzel, ces derniers alimentent cité Moula, cité CIA, CNS,....

- ❖ **La troisième direction (Ihaddaden)** : A partir de la station centrale, l'eau est refoulée vers Ihaddaden I et le réservoir de la zone industrielle, elle est véhiculée aussi par gravité vers la bache de reprise de Boukhiamia I. De cette dernière, l'eau est refoulée par une conduite de diamètre 200 vers la bache de reprise intermédiaire Boukhiamia II ( V=100 m<sup>3</sup>). D'autre part, on trouve trois étages « Ihaddaden I + zone industrielle », « Ihaddaden II » et « Dar Djebel , Tizi et Ighil Ouazoug ».

- ✓ **1<sup>er</sup> étage** : Cet étage comprend les réservoirs d'Ihaddaden I (2 réservoirs chacun 2000 m<sup>3</sup>), qui alimentent la région d'Ihaddaden I et par refoulement les réservoirs d'Ihaddaden II (deux réservoirs d'une capacité totale de stockage 2000 m<sup>3</sup>) par une conduite de diamètre 400.
- ✓ **2<sup>ème</sup> étage** : Dans cet étage, on trouve les réservoirs d'Ihaddaden II, qui alimentent les quartiers d'Ihaddaden II et assurent le refoulement vers Dar Djebel et Tizi.
- ✓ **3<sup>ème</sup> étage** : Cet étage comprend le réservoir de Dar Djebel et les réservoirs de Tizi, qui distribuent l'eau vers les habitants de cette zone.

## 2- Le réseau de distribution

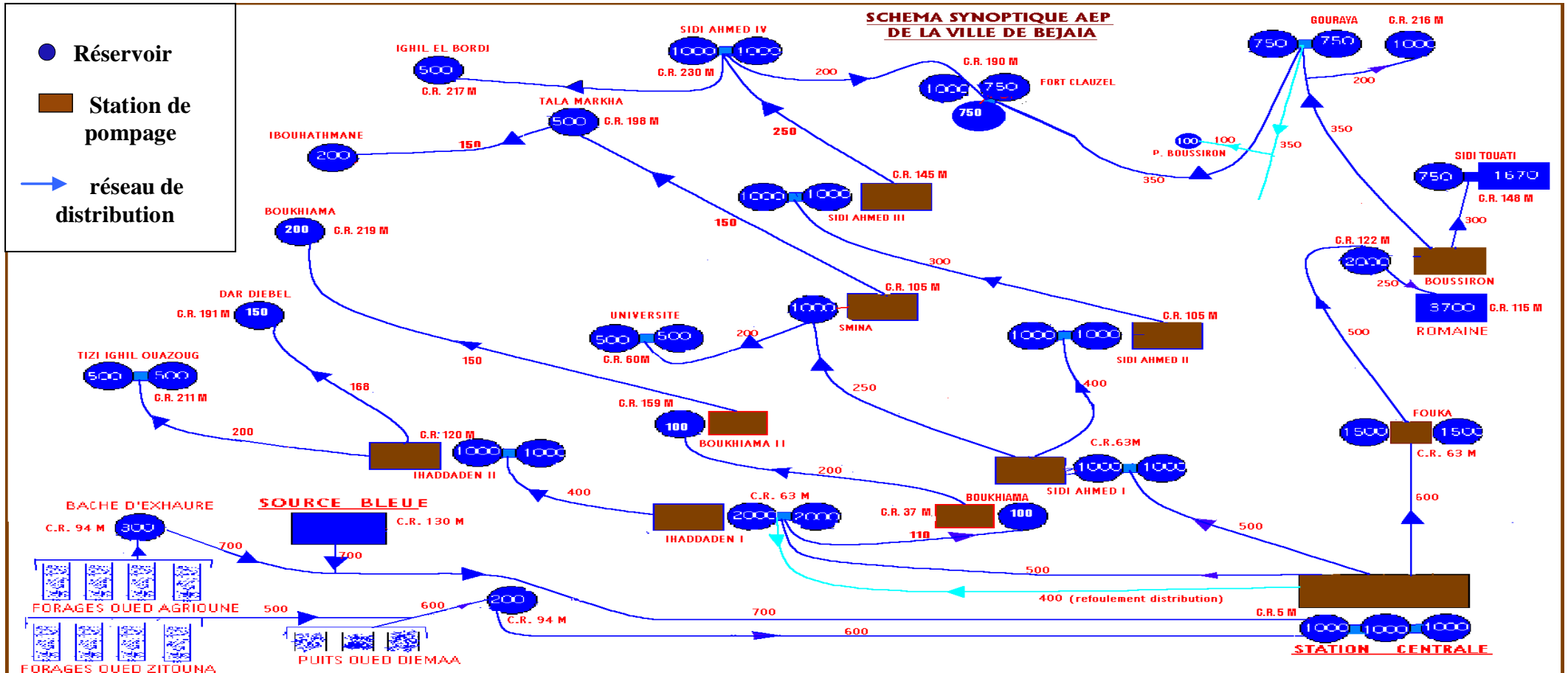
Le réseau de distribution de la ville de Béjaia comprend plusieurs réseaux de différents diamètres :

- ❖ **Réseau Gouraya** : Ce réseau alimente l'étage supérieur de l'ancienne ville par une conduite principale qui longe les boulevards et dessert la cité Chabati.
- ❖ **Réseau Sidi-Touati** : Ce réseau alimente par une conduite principale : le noyau ancien de la ville, une partie de la haute ville, les quartiers avoisinants, Bab Louze, Bordj Mouss, hôpital France Fanon, Larbaoui Salah et huma Acherchour (dont une partie de ce réseau à été rénové par la fonte).
- ❖ **Réseau Romaine** : Ce réseau alimente les régions suivantes; la rue Fatma, la place Medjahed Chrif, la partie basse de l'ancienne ville et plusieurs ramifications arrivant jusqu'à la casbah et le carrefour du port.

- ❖ **Réseau Fouka** : Ce réseau est l'un des plus anciens, réalisé en fonte. Il alimente la rue de la liberté, Harfi Taoues, Boulevard Moulay Nacer, avenue Mustapha Ben Boulaid, rue Ouagouna et l'avenue Touati Larbi, ainsi que la plaine et l'arrière port.
- ❖ **Réseau Fort Clauzel** : Ce réseau est réalisé en fonte et en acier, il alimente les différentes cités et quartiers situés sur la rue de la liberté et rejoint le réseau Fouka.
- ❖ **Réseau Sidi –Ahmed** : Ce réseau est réalisé en acier, il alimente les cités de Sidi –Ahmed situées aux différents étages et une partie d'Amriw, le long du Boulevard de l'ALN, Ighil El Bordj. 40% de ce réseau à été rénové à partir de l'année 2004 par une conduite de type fonte plus PEHD.
- ❖ **Réseau Ihaddaden** : Ce réseau alimente la partie basse d'Ihaddaden (600 et 300 logements) jusqu'à la plaine, ainsi que les quartiers d'Ighil Ouazoug. Une autre partie d'Ihaddaden est alimentée par refoulement direct sur le réseau à partir d'une conduite de diamètre 300.
- ❖ **Le réseau de la zone industrielle** : Ce réseau alimente une grande partie d'Ighil ouzoug, Remla, quatre chemins et alentours, Sidi Ali Lebhar...
- ❖ **Réseau Smina** : Ce réseau alimente les localités et lotissement d'Ighil Amriw jusqu'à l'hôpital Khellil Amrane et l'ITE par gravité et quelques habitations se trouvant à un niveau plus élevé que le réservoir par refoulement.
- ❖ **Réseau Tizi** : C'est un petit réseau attaché et alimenté par le réseau du 2<sup>ème</sup> étage d'Ihaddaden, qui distribue l'eau par gravité aux régions de ; Tizi et d'Ighil Ouazoug. Pour plus de détail voir la carte ci-dessous.

Annexe B-2

Figure n° 20 : Schéma d'alimentation en eau potable de la ville de Béjaïa.



Source : Algérienne des eaux de Béjaïa.

**Annexe B-3****Tableau n° 23 : Réseaux de distribution de l'eau potable dans la ville de Béjaïa.**

Zone	Nom de réseau	matériaux	Linéaire (m)	Date de pose	Source d'alimentation	Zone desservie
I	Gouraya	acier	4888	1942	Réservoir de Gouraya	Cité Chabati et étage supérieur de la haute ville
	Romaine	Fonte +acier	4405	1942	Citerne Romaine	Partie basse de l'ancienne ville jusqu'au port
	Fouka	Fonte	15016	1942	Réservoir fouka	Quartiers de la plaine jusqu'à la cité CNS. arrière port
	Sidi Touati	Fonte +Acier	8811	1984	Réservoir Sidi Touati	Bab-Ellouz, Bordj Moussa, les Oliviers et le port pétrolier, étage sup de la haute ville
	Fort Clauzel	Fonte+acier	6490	1950	Réservoir Fort-Clauzel	Quartier de Fort Clauzel, cité Moula, la rue de libertie
II	Sidi-Ahmed	Acier	22445	1987	Réservoir Sidi-Ahmed I et IV	Les quartiers de Sidi-Ahmed, Amriw et Targua Ouzamour
	Ighil El Berdj	Acier	2018	1992	Réservoir d'Ighil El bordj	Ighil el bordj
	Smina	Acier	4355	1989	Réservoir Smina	Smina et l'université
	Tala Markha	Acier	4588	1991	Réservoir tala Markha	Tala Markha, cité des enseignants de l'université
	Ibouhathmene	Acier+ galvanise	1182	1990	Réservoir Ibouhathmen	Ibouhathmene
	Ihaddaden	Acier	26437	1983	Réservoir Ihaddaden I et II ,station centrale	Ighil-Ouazoug, cité Sghir, Oued sghir
III	Boukhiamama	Acier	3037	1987	Réservoir Boukhiamama	Boukhiamama
	Dar Djbel	Acier+ galvanise	3250	1994	Réservoir dar djbel	Dar Djbel
	Dar Nacer	Acier	7520	1992	Réservoir dar nacer	Dar Nacer
	Tizi	acier	1312	1988	Réservoir tizi	Tizi

Source : Algérienne des eaux de Béjaïa.



## Annexe B-4

**Tableau n° 24 : Réservoirs de stockage de l'eau potable pour l'alimentation de la ville de Béjaïa**

zone	Dénomination des réservoirs	Localisation	nombre	Capacité de chacun	Capacité totale	distribution
I	Gouraya	Parc de Gouraia	03	2 X 750 1 X 1000	2500	Cité chabati et étage supérieur de la haute ville
	Romaine	Haut ville	01	3700	3700	Partie basse de l'ancienne ville jusqu'au port
	Fouka	Bab fouka	02	1500	3000	Quartiers de la plaine
	Fort clauzel	Fort Clauzel	03	2 X 750 1 X 1000	2500	Quartier de Fort Clauzel, cité Moula et cité Naceria
	Sidi Touati	Rue ouchene	02	1 X 750 1 X 1670	2420	Etage intermédiaire de la haute ville, Bab-ellouz, bordj moussa, les oliviers et le port pétrolier
	Boussiron	Rue Medjahed	01	2000	2000	-
	Petit Boussiron	Haute ville	01	100	100	Hôpital France Fanon
	Station centrale	Oued sghir	03	1000	3000	Ihaddadene, Bir-Eslem, Ighil Ouazoug, zone industrielle, Oued Sghir.
II	Sidi-Ahmed I	Sidi Ahmed	02	1000	2000	Premier étage de Sidi-Ahmed
	Sidi-Ahmed II	Sidi Ahmed	02	1000	2000	Sidi-Ahmed II
	Sidi-ahmed III	Sidi ahmed	02	1000	2000	Sidi-ahmed III
	Sidi-Ahmed IV	Sidi ahmed	02	1000	2000	Sidi-Ahmed IV, cité moula ,naceria et cité CNS
	Ighil el bordj	Ighil el bordj	01	300	500	Ighil el bordj ,dar nacer
	Smina	Smina	01	1000	1000	Smina
	Tala markha	Tala markha	01	500	500	Tala Markha
	Université	Cite universitie	02	500	1000	Cite universitaire
III	Ibouhathmene	Ibouhathmene	01	300	500	Ibouhathmene
	Ihaddadene I	Ihaddadene I	02	2000	4000	Les (300, 600,1000) logement, ighil ouazoug, zone industriel, bir-eslem, cite sghir
	Ihaddadene II	Ihaddadene II	02	1000	2000	Deuxième étage ihaddadene
	Boukhiamia I	Tarhribte	01	100	100	-
	Boukhiamia II	Boukhiamia II	01	100	100	-
	Boukhiamia III	Boukhiamia	01	200	200	Boukhiamia
	Tizi	Tizi	02	500	1000	Tizi
	Dar djebel	Dar djebel	01	150	150	Dar djebel
Zone industrielle		02	2500	3000	Ighil ouzoug, Remla, route des aurés, 4 chemins, sidi Ali lebhar	

Source : Algérienne des eaux de Béjaïa.

## Annexe C : Différents résultats d'estimation

**Annexe C-1 : Procédure d'estimation**

En effet, l'estimation s'est effectuée à l'aide de la méthode SURE et le logiciel Eviews4. L'application de cette méthode dans le logiciel nécessite le changement de notation des paramètres et variables du modèle tel qu'il est illustré comme suite :

Les paramètres	Les variables
$a_0$ :C(1)	$\ln\left(\frac{CV}{w_M}\right)$ :LCVWM
$a_{VF}$ :C(2)	$S_L$ :SL
$a_{VP}$ :C(3)	$S_M$ :SM
$a_L$ :C(4)	$\ln y_{VF}$ :LVF $\ln y_{VP}$ :LVP
$a_E$ :C(5)	$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ :LWLWM
$a_{Ab}$ :C(6)	$\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$ :LWEWM
$a_{VFFV}$ :C(7)	$\ln z_{Ab}$ :LAB
$a_{VFPV}$ :C(8)	$\frac{1}{2}(\ln y_{VF})^2$ :LVFD
$a_{LL}$ :C(10)	$\ln y_{VF} \ln y_{VP}$ :LVFLVP
$a_{EE}$ :C(11)	$\frac{1}{2}(\ln y_{VP})^2$ :LVPD
$a_{LE}$ :C(12)	$\frac{1}{2}\left(\ln \frac{w_L}{w_M}\right)^2$ :LWLWMD
$a_{AbAb}$ :C(13)	$\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ :LWEWMLWLWM
$a_{VFL}$ :C(14)	$\frac{1}{2}\left(\ln \frac{w_E}{w_M}\right)^2$ :LWEWMD
$a_{VFE}$ :C(15)	$\frac{1}{2}(\ln z_{Ab})^2$ :LABD
$a_{VPL}$ :C(16)	$2 \ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ :LVFLWLWM
$a_{VPE}$ :C(17)	$2 \ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$ :LVFLWEWM
$a_{VFAb}$ :C(18)	$2 \ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ :LVPLWLWM
$a_{VPAb}$ :C(19)	
$a_{LAb}$ :C(20)	
$a_{EAb}$ :C(21)	

	$2 \ln y_{VP} \ln \left( \frac{w_E}{w_M} \right) : \text{LVPLWEWM}$ $2 \ln y_{VF} \ln z_{Ab} : \text{LVFLAB}$ $2 \ln y_{VP} \ln z_{Ab} : \text{LVPLAB}$ $2 \ln \left( \frac{w_L}{w_M} \right) \ln z_{Ab} : \text{LWLWMLAB}$ $2 \ln \left( \frac{w_E}{w_M} \right) \ln z_{Ab} : \text{LWEWMLAB}$
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Annexe C-2 : Tableau n° 25 : Résultats d'estimation du modèle de coût.**

System: System(S)

Estimation Method: Seemingly Unrelated Regression

Date: 03/11/10 Time: 23:06

Sample: 2004:01 2008:12

Included observations: 60

Total system (balanced) observations 180

Linear estimation after one-step weighting matrix

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-7693028.	2078623.	-3.701022	0.0003
C(2)	0.070782	0.120520	0.587305	0.5578
C(3)	0.061122	0.069851	0.875041	0.3829
C(4)	0.030074	0.011359	2.647572	0.0089
C(5)	0.060905	0.012053	5.053074	0.0000
C(6)	0.896667	0.327837	2.735098	0.0069
C(7)	0.522593	0.283169	1.845512	0.0668
C(8)	0.840471	0.456667	1.840447	0.0676
C(9)	-0.221540	0.287600	-0.770307	0.4423
C(10)	-3.98E-11	5.43E-11	-0.732678	0.4648
C(11)	0.004131	0.001139	3.625764	0.0004
C(12)	1.85E-10	1.11E-10	1.663737	0.0981
C(13)	12.29143	6.850352	1.794277	0.0747
C(14)	0.002132	0.036276	0.058784	0.9532
C(15)	0.016335	0.033714	0.484512	0.6287
C(16)	-0.045220	0.011971	-3.777538	0.0002
C(17)	0.026211	0.011638	2.252194	0.0257
C(18)	-3.138765	1.444749	-2.172533	0.0313
C(19)	0.554099	0.441459	1.255155	0.2113
C(20)	0.202184	0.047750	4.234206	0.0000
C(21)	-0.192747	0.047096	-4.092634	0.0001

Determinant residual covariance 4.83E+38

Equation:  $LCVWM=C(1)+C(2)*LVF+C(3)*LVP+C(4)*LWLWM+C(5)*LWEWM+C(6)*LAB+C(7)*LVFD+C(8)*LVFLVP+C(9)*LVPD+C(10)*LWLWMD+C(11)*LWLWMLWEWM+C(12)*LWEWMD+C(13)*LABD+C(14)*LVFLWLWM+C(15)*LVFLWEWM+C(16)*LVPLWLWM+C(17)*LVPLWEWM+C(18)*LVFLAB+C(19)*LVPLAB+C(20)*LWLWMLAB+C(21)*LWEWMLAB$

Observations: 60

R-squared	0.865562	Mean dependent var	-2257362.
Adjusted R-squared	0.796619	S.D. dependent var	17111101
S.E. of regression	7716726.	Sum squared resid	2.32E+15
Durbin-Watson stat	2.412812		

Equation:  $SL=C(4)+C(10)*LWLWM+C(11)*LWEWM+C(14)*LVF+C(16)*LVP+C(20)*LAB$

Observations: 60

R-squared	0.362667	Mean dependent var	-401836.8
Adjusted R-squared	0.303655	S.D. dependent var	3564089.
S.E. of regression	2974135.	Sum squared resid	4.78E+14
Durbin-Watson stat	0.684825		

Equation:  $SE=C(5)+C(11)*LWLWM+C(12)*LWEWM+C(15)*LVF+C(17)*LVP+C(21)*LAB$

Observations: 60

R-squared	0.313460	Mean dependent var	-44231.58
Adjusted R-squared	0.249891	S.D. dependent var	2730086.
S.E. of regression	2364495.	Sum squared resid	3.02E+14
Durbin-Watson stat	0.529376		

**Annexe C-3****Tableau n° 26 : Résultats d'estimation conjointement les équations des parts des coûts : travail-énergie.**

Par l'estimation du système suivant :

$$\begin{cases} s_E = a_E + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{EE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFE} \ln y_{VFi} + a_{VPE} \ln y_{VPi} + a_{EAb} \ln z_{Abi} \\ s_L = a_E + a_{LL} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFL} \ln y_{VFi} + a_{VPL} \ln y_{VPi} + a_{LAB} \ln z_{Abi} \end{cases}$$

System: System SE-SL

Estimation Method: Seemingly Unrelated Regression

Date: 03/14/10 Time: 20:13

Sample: 2004:01 2008:12

Included observations: 60

Total system (balanced) observations 120

Linear estimation after one-step weighting matrix

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	42481.22	212151.7	0.200240	0.8417
C(2)	-0.009374	0.002186	-4.287289	0.0000
C(3)	0.015699	0.002468	6.360047	0.0000
C(4)	0.045154	0.027378	1.649277	0.1020
C(5)	0.016521	0.011824	1.397230	0.1652
C(6)	0.062014	0.064764	0.957546	0.3404
C(7)	-567389.5	261322.1	-2.171226	0.0321
C(8)	0.015398	0.002709	5.683642	0.0000
C(9)	-0.089806	0.033826	-2.654941	0.0091
C(10)	-0.068849	0.012526	-5.496395	0.0000
C(11)	-0.023326	0.079111	-0.294848	0.7687

Determinant residual covariance 4.69E+24

Equation: SE=C(1)+C(2)\*LWLWM+C(3)\*LWEWM+C(4)\*LVF+C(5)\*LVP  
+C(6)\*LAB

Observations: 60

R-squared	0.661927	Mean dependent var	-44231.58
Adjusted R-squared	0.630624	S.D. dependent var	2730086.
S.E. of regression	1659246.	Sum squared resid	1.49E+14
Durbin-Watson stat	1.568569		

Equation: SL=C(7)+C(8)\*LWLWM+C(2)\*LWEWM+C(9)\*LVF+C(10)  
\*LVP+C(11)\*LAB

Observations: 60

R-squared	0.696428	Mean dependent var	-401836.8
Adjusted R-squared	0.668319	S.D. dependent var	3564089.
S.E. of regression	2052620.	Sum squared resid	2.28E+14
Durbin-Watson stat	1.859574		

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews

**Annexe C-4****Tableau n° 27 : Résultats d'estimation conjointement les équations des parts de coût : travail-« autres dépenses »**

$$\begin{cases} s_L = a_E + a_{LL} \ln\left(\frac{w_{Ll}}{w_{Et}}\right) + a_{LM} \ln\left(\frac{w_{Ml}}{w_{Et}}\right) + a_{VFL} \ln y_{VFt} + a_{VPL} \ln y_{VPt} + a_{LAB} \ln z_{Abt} \\ s_M = a_M + a_{LM} \ln\left(\frac{w_{Ll}}{w_{Et}}\right) + a_{MM} \ln\left(\frac{w_{Ml}}{w_{Et}}\right) + a_{VFM} \ln y_{VFt} + a_{VPM} \ln y_{VPt} + a_{MAB} \ln z_{Abt} \end{cases}$$

System: System SL-SM

Estimation Method: Seemingly Unrelated Regression

Date: 03/14/10 Time: 20:19

Sample: 2004:01 2008:12

Included observations: 60

Total system (balanced) observations 120

Linear estimation after one-step weighting matrix

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-575017.0	224118.7	-2.565681	0.0117
C(2)	0.019996	0.002430	8.227619	0.0000
C(3)	-0.006960	0.000984	-7.071457	0.0000
C(4)	-0.051009	0.029241	-1.744444	0.0839
C(5)	-0.048485	0.011906	-4.072261	0.0001
C(6)	-0.144263	0.071248	-2.024804	0.0453
C(7)	341271.7	106535.9	3.203351	0.0018
C(8)	0.011699	0.000861	13.58567	0.0000
C(9)	0.046010	0.013508	3.406002	0.0009
C(10)	0.042770	0.006011	7.115580	0.0000
C(11)	-0.059612	0.029852	-1.996925	0.0483

Determinant residual covariance 1.47E+24

Equation: SL=C(1)+C(2)\*LWLWE+C(3)\*LWMWE+C(4)\*LVF+C(5)\*LVP  
+C(6)\*LAB

Observations: 60

R-squared	0.784014	Mean dependent var	-401836.8
Adjusted R-squared	0.764016	S.D. dependent var	3564089.
S.E. of regression	1731371.	Sum squared resid	1.62E+14
Durbin-Watson stat	2.047125		

Equation: SM=C(7)+C(3)\*LWLWE+C(8)\*LWMWE+C(9)\*LVF+C(10)  
\*LVP+C(11)\*LAB

Observations: 60

R-squared	0.861847	Mean dependent var	27311.98
Adjusted R-squared	0.849055	S.D. dependent var	2061382.
S.E. of regression	800881.8	Sum squared resid	3.46E+13
Durbin-Watson stat	1.899771		

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews

**Annexe C-5****Tableau n° 28 : Résultats d'estimation conjointement les équations des parts de coût : énergie-« autres dépenses ».**

$$\left\{ \begin{array}{l} s_E = a_E + a_{EE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Lt}}\right) + a_{EM} \ln\left(\frac{w_{Mt}}{w_{Lt}}\right) + a_{VFE} \ln y_{VFt} + a_{VPE} \ln y_{VPt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \\ s_M = a_M + a_{EM} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Lt}}\right) + a_{MM} \ln\left(\frac{w_{Mt}}{w_{Lt}}\right) + a_{VFM} \ln y_{VFt} + a_{VPM} \ln y_{VPt} + a_{MAb} \ln z_{Abt} \end{array} \right.$$

System: System SE-SM

Estimation Method: Seemingly Unrelated Regression

Date: 03/14/10 Time: 20:23

Sample: 2004:01 2008:12

Included observations: 60

Total system (balanced) observations 120

Linear estimation after one-step weighting matrix

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	312876.2	196838.0	1.589511	0.1148
C(2)	0.016189	0.002203	7.348906	0.0000
C(3)	-0.002940	0.001130	-2.601558	0.0106
C(4)	0.019241	0.025606	0.751436	0.4540
C(5)	0.012504	0.011298	1.106717	0.2709
C(6)	0.155859	0.060046	2.595664	0.0107
C(7)	423212.4	133333.8	3.174080	0.0020
C(8)	0.010497	0.001046	10.03351	0.0000
C(9)	0.060436	0.016859	3.584725	0.0005
C(10)	0.041528	0.007120	5.832234	0.0000
C(11)	-0.043329	0.035722	-1.212935	0.2278

Determinant residual covariance 1.85E+24

Equation: SE=C(1)+C(2)\*LWEWL+C(3)\*LWMWL+C(4)\*LVF+C(5)\*LVP  
+C(6)\*LAB

Observations: 60

R-squared	0.710582	Mean dependent var	-44231.58
Adjusted R-squared	0.683784	S.D. dependent var	2730086.
S.E. of regression	1535212.	Sum squared resid	1.27E+14
Durbin-Watson stat	1.412378		

Equation: SM=C(7)+C(3)\*LWEWL+C(8)\*LWMWL+C(9)\*LVF+C(10)  
\*LVP+C(11)\*LAB

Observations: 60

R-squared	0.784127	Mean dependent var	27311.98
Adjusted R-squared	0.764138	S.D. dependent var	2061382.
S.E. of regression	1001122.	Sum squared resid	5.41E+13
Durbin-Watson stat	1.658718		

Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews

**Annexe C-6****Tableau n° 29 : Elasticités partielles de substitution au sens d'Allen entre les facteurs de production.**

	L'élasticité partielle de substitution : travail-énergie $\sigma_{LE}$	L'élasticité partielle de substitution : travail-« autres dépenses » $\sigma_{LM}$	L'élasticité partielle de substitution : énergie-« autres dépenses » $\sigma_{EM}$
janv-04	0,9365874	0,92555214	0,92806969
févr-04	0,93707762	0,92571862	0,93074309
mars-04	0,93687606	0,92656771	0,93224423
avr-04	0,93333426	0,93242885	0,93469957
mai-04	0,93368695	0,93246578	0,9363663
juin-04	0,93394467	0,93251167	0,93771554
juil-04	0,93151102	0,93370009	0,93158629
août-04	0,93216677	0,93394888	0,93498485
sept-04	0,93177474	0,93431791	0,93466847
oct-04	0,93639383	0,92565322	0,92750163
nov-04	0,93594723	0,92536848	0,92485469
déc-04	0,9360169	0,92616697	0,92728293
janv-05	0,94077637	0,91423853	0,91987651
févr-05	0,94054338	0,91380935	0,9177746
mars-05	0,94006502	0,91396904	0,91582307
avr-05	0,93158964	0,93214975	0,92706801
mai-05	0,93112048	0,93171378	0,92412956
juin-05	0,93154254	0,93160036	0,92527807
juil-05	0,94178816	0,91418011	0,92506304
août-05	0,94218937	0,91396149	0,92683295
sept-05	0,94216911	0,91456152	0,9281664
oct-05	0,94392152	0,90867689	0,92519934
nov-05	0,94408535	0,90962185	0,92850109
déc-05	0,94384556	0,90990657	0,92754312
janv-06	0,94210561	0,91371084	0,92575427
févr-06	0,94173908	0,91379165	0,92389224
mars-06	0,94157873	0,91373087	0,92288525
avr-06	0,93498008	0,93218936	0,94187757
mai-06	0,93531071	0,93219788	0,9440364
juin-06	0,93513945	0,93231316	0,94343275
juil-06	0,94211921	0,91195335	0,92182393
août-06	0,94254621	0,91202984	0,92439989
sept-06	0,94261984	0,91156517	0,92377156
oct-06	0,9420299	0,91873899	0,93916885
nov-06	0,94285366	0,91743364	0,94224269
déc-06	0,94322318	0,91623293	0,94121529
janv-07	0,93767477	0,92165088	0,92273742
févr-07	0,9369822	0,92202957	0,9206946
mars-07	0,93573917	0,92328209	0,91869864
avr-07	0,93951683	0,91089636	0,90674608



mai-07	0,93927287	0,91071237	0,90525548
juin-07	0,93936144	0,90985921	0,90388974
juil-07	0,93766733	0,92149232	0,92231427
août-07	0,93599331	0,92221221	0,91708947
sept-07	0,9385388	0,91976241	0,92199503
oct-07	0,94030059	0,91663271	0,92296423
nov-07	0,94178556	0,91334368	0,92312221
déc-07	0,94302049	0,90421124	0,9106907
janv-08	0,93446448	0,90943829	0,88219818
févr-08	0,93473372	0,90524116	0,87426933
mars-08	0,933927	0,90908916	0,87926817
avr-08	0,92824801	0,91946829	0,88255913
mai-08	0,92823326	0,92008469	0,88405319
juin-08	0,92717072	0,91963079	0,87932963
juil-08	0,93232208	0,91679663	0,89050016
août-08	0,93223717	0,91747486	0,89177407
sept-08	0,9322147	0,91613067	0,88855417
oct-08	0,93056818	0,92590956	0,90658196
nov-08	0,92910536	0,92675542	0,90396825
déc-08	0,9326485	0,92373137	0,90825866

Source : Réalisé par nous-mêmes sur la base des résultats d'estimation

# *Les résumés*

## **Résumé**

L'analyse de la fonction des coûts d'une entreprise s'inspire de nombreux développements théoriques et empiriques, qui sont produits dans la théorie économique. L'application de cette analyse dans le cas des services de l'eau potable est un exercice d'une importance capitale. Elle permet ; d'appréhender les techniques liées à la production et à la mise à disposition de l'eau potable, à partir du point de prélèvement de l'eau brute jusqu'au robinet de l'utilisateur.

Le présent travail a pour objet une analyse économétrique des coûts des services d'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Béjaïa, cette analyse s'appuie sur un modèle empirique à partir d'une base de données relevant de l'Algérienne des eaux de Béjaïa.

Cette étude nous a permis d'aborder les techniques de modélisation appliquées dans notre travail, telles que les procédures d'estimation de système d'équations simultanées sous contraintes à l'aide de la méthode SURE, de fournir un outil d'aide à la gestion des services d'eau potable au niveau de l'entreprise de gestion.

## **Mots clés**

Alimentation en eau potable, coûts, fonction de coût translog, méthode SURE, élasticité de substitution.

## **Summary**

The analysis of the function of companies' costs takes as a starting point many theoretical and empirical developments, which are produced in the economic theory. The application of this analysis in the case of the services of current water is of great importance, it permits to master the techniques linked to the production and the provision of current water.

The aim of this work is the econometric analysis of the current water costs of supply services in Béjaïa city, this analysis is based on econometric model taken from data concerned with 'Algérienne des eaux de Béjaïa' company .

This study permitted us to approach the techniques of modeling applied in our research, as SURE method and provide a tool of assistance to the management of the current water services.

## **Key words**

Current water supply, costs, translog cost function, SURE method, elasticity of substitution.

## ملخص

إن دراسة تكاليف مؤسسة ما، تعتمد على مجموعة الأسس النظرية والتطبيقية المستجدة في الميدان الإقتصادي وتطبيق هذه الأسس على مصالح صرف المياه الصالحة للشرب تكتسي أهمية كبرى وهذا يمكن من التحكم في التقنيات المتعلقة بإنتاج وتوزيع المياه الصالحة للشرب.

موضوع هذا العمل يتمثل في دراسة الإقتصاد التطبيقي لتكاليف المياه الصالحة للشرب على مستوى مدينة بجاية، والتي تعتمد على نموذج تطبيقي انطلاقا من المعطيات الأخوذة من الجزائية للمياه لبجاية.

هذه الدراسة سمحت لنا بتطبيق الآليات النموذجية، والمتمثلة في الخطوات التقديرية لنظام المعادلات الموحدة مع مراعاة القواعد المعتمدة وهذا عن طريق الإستعانة بطريقة SURE، كما سمحت لنا باستنتاج تقنيات تساعد على تسيير مصالح المياه الصالحة للشرب على مستوى مؤسسة التسيير.

## الكلمات الرئيسية

استهلاك المياه الصالحة للشرب، التكاليف، دالة تكلفة translog، طريقة SURE، مرونة التبادل.