Etudes Economiques **ISSN 1112-7988 / E-ISSN 8627-2710**
Volume : 21 numéro : 01 année : 2021 **P-P : 692-714**

L'apport du modèle translog dans l'estimation des dépenses de services d'une entreprise : Cas entreprise algérienne des eaux (ADE)

The contribution of the translog model in estimating the company's service expenses: Case of Algerian water company (ADE)

BERRAH Kafia*, laboratoire de Recherche en Management et Techniques Quantitatives, Université de Bejaia, Algérie, ecokafia@yahoo.fr

Réception : 06/05/2021	Acceptation: 29/05/2021	Édition: 30/06/2021

Résumé:

Le présent article a pour but d'estimer les coûts d'une entreprise par une approche économétrique, ceci à partir des données relevant au sein de l'entreprise algérienne des eaux. Pour réaliser cette étude, nous avons appliqué des techniques de modélisation d'un système d'équations simultanées par la méthode de Zellner itérative. La modélisation de cette fonction s'effectue par l'utilisation du modèle translog. Les résultats trouvés suggèrent des enseignements importants sur la structure des coûts et permettront d'orienter des réflexions sur un ensemble de stratégie plus adapté pour une régulation efficace du service.

Mots-clés:

Entreprise, fonction translog, méthode d'estimation.

* **Auteur correspondant :** BERRAH Kafia

Abstract:

This paper aims to estimate the costs of a company by an econometric approach this from the data subject within the company Algerian waters. To carry out this study, we applied techniques of modeling a system of simultaneous equations by the iterative Zellner method. The modeling of this function is done through the use of the translog model. The results found suggest important lessons on the cost structure and will guide reflections on a more suitable set of strategies for effective regulation of the service.

Keywords:

Company, translog function, estimation method.

1. INTRODUCTION

L'étude de la fonction de coûts d'une entreprise s'inspire de nombreux développements théoriques et empiriques, qui sont produits dans la théorie économique (DUTHIL & VANHAECKE, 1995, p. 100); (JOHNSTON.J, 1998, p. 395) ; (Cadoret & al, 2004, p. 217). 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 du bien (eau potable), à partir du point de prélèvement de l'eau brute jusqu'au robinet de l'usager. C'est un processus qui consiste à mettre en œuvre des fonctions différentes et l'exploitation des infrastructures spécifiques.

Ainsi, la connaissance et la maîtrise des coûts sont préconisées aux entreprises afin de fournir des informations cruciales sur les économies réalisables, notamment en termes de la gestion et la nature des incitations à accorder aux entreprises pour une meilleure gestion de service.

L'objet de cette contribution consiste à montrer l'apport de l'utilisation des techniques de modélisation, tel que le modèle translog et la méthode SUR dans l'estimation des coûts d'une entreprise, appliquée dans le domaine du service d'alimentation en eau potable (entreprise Algérienne des eaux de Bejaia (ADE)[i]).

Cette étude permet de fournir un outil d'aide à la gestion des services d'eau potable au niveau de l'entreprise de gestion. Ainsi, elle porte des objectifs ciblés et influents dans l'analyse statistique ; elle nous permet de saisir la portée et la dimension des techniques de modélisation, qui demeurent jusqu'à ce jour difficilement saisissables dans la littérature économique.

L'article est organisé comme suit. Nous décrivons d'abord les définitions fondamentales du concept de coût, suivie d'une présentation de quelques aspects théoriques de la fonction de coût et les différentes formes fonctionnelles d'estimation de la fonction de coût. Après nous présenterons la méthode d'estimation (méthode de Zellner itérative). Et enfin nous présenterons la méthodologie et les différents résultats de cette étude.

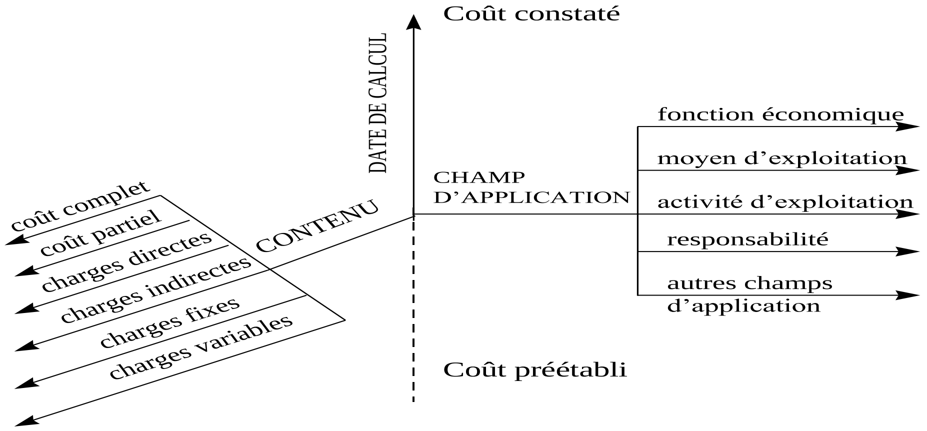
2. Terminologie des coûts

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 (optique comptable et optique économique), chaque optique correspond à une ou plusieurs typologies de coûts.

2.1. Optique comptable

Sous cette optique un coût est « une somme de charges relatives à un élément défini au sein du réseau comptable » (Cha & Piget, 1998, p. 25), 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 les charges saisies en classe 6 de la comptabilité générale, à l'exception des charges hors-exploitation (SAHRAOUI.A, 2004, pp. 19-24). Selon (BERNARD, 2000, p. 559), un coût est défini en fonction le triptyque suivant : le champ d'application, le continu du coût et la date de calcul. Et chacun regroupe différents types de coûts, voir la figure n°1.

Figure N°01 : Les différents types de coûts



Source : Etabli à partir le 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) et coûts par groupe de clients et par région.

- **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 varient avec la production du bien considéré.

- **Selon la date de calcul**

Un coût, quelque soit son contenu, peut être mesuré sur une période estimé, 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.

2.2. 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 payé 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 (BERNARD, 2000, p. 572). 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 (DUBOIS.P, 1997, p. 120):

- 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. 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.

3. Développement théorique 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 et ses hypothèses de base).

3.1. 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 » (DUTHIL & VANHAECKE, 1995, p. 100), 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 (Cadoret & al, 2004, p. 218):

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

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

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 $(w = (w_1, ..., w_i, ..., w_n))$, x le vecteur dont les composantes positives en quantités utilisées des n facteurs de production $(x = (x_1, ..., x_i, ... x_n))$.

Le producteur pour un vecteur de prix donné, essayera 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 du comportement d’une entreprise. On distingue deux fonctions de coûts (DUBOIS.P, 1997, p. 120):

- 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).

3.2. Propriétés fondamentales de la fonction de coût

Le modèle néoclassique implique que la fonction de coût porte les propriétés suivantes (Cadoret & al, 2004, p. 219):

- **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 (JOHNSTON.J, 1998, p. 396), c'est-à-dire : $\frac{\partial c(y,w)}{\partial w_i} = x_i(y,w)$ Si $w_i \succ 0$ $\forall i = 1,...,n$ 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 évidement 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 :

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

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

$$c(y, \lambda w_1,....., \lambda w_n) = \lambda c(y, w_1,....., w_n) \qquad \forall \lambda \succ 0, \forall (y, w).$$

3.3. Revue de la littérature sur les formes fonctionnelles 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 (POIRIER, 1987, p. 72). A ce propos, nous présentons les principales formes fonctionnelles utilisées pour estimer la fonction de coût.

3.3.1. 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. Elle se présente sous la forme suivante :

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

Elle possède n inputs dont les prix sont : $w_1, w_2, ..., w_n$ 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 :

$$X(w, y) = \frac{\delta c}{\delta w_i} = y \sum_{j}^{n} a_{ij} \left(\frac{w_j}{w_i} \right)^{\frac{1}{2}} = s_i, \quad \text{Pour} \quad i = 1,2,....., n \quad avec w_i \succ 0$$

3.3.2. 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. Cette fonction dite "translog" (transcendental logarithmic), ayant comme arguments : y le niveau de production et w le vecteur prix des n facteurs de production $(w = (w_1, ..., w_i .... w_n))$.

Elle est définie par :

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

En utilisant le lemme de Shephard, nous pouvons directement déduire les fonctions de demande des facteurs à partir de la fonction de coût translog (Cadoret & al, 2004, p. 224) :

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

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

3.3.3. Fonction quadratique généralisée ou GSRQ (Generalized Square-Root Quadratic)

Cette fonction s'écrit sous la forme : $c=\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}a_{ij}w_i w_j\right]^{\frac{1}{2}}*y \quad \forall(i,j)\in\{\overline{1,n}\}^2$ 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 : $X(w,y)=s_i=\frac{\delta c}{\delta w_i}=\frac{1}{\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}a_{ij}w_i w_j\right]}\sum_j a_{ij}w_i w_j$

3.4. Choix d'une forme fonctionnelle

Plusieurs études empiriques ayant pour but de spécifier les avantages de certaines fonctions (CADORET & RENOU, 1992, p. 988) ; (GARCIA.S, 2002, p. 34) ; (Chris, 2003, p. 6),… ont abouti à conclure que la fonction translog est la meilleure fonction par rapport aux autres, 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. En outre, 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.

4. Présentation la méthode d'estimation : méthode de Zellner itérative (méthode SUR)

L'estimation de la fonction de coût[ii], 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 itérative conformément au titre donné par Zellner. Cette méthode permet de tenir compte des corrélations entre les erreurs inter-équations dans la même observation ; elle consiste à appliquer la méthode des Moindres Carrées Généralisées (MCG) sur le système d'équations considérées (Cadoret & al, 2004, p. 198).

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

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

y_i : Un vecteur (T, 1), X_i : une matrice (T,K_i)

B_i : un vecteur $(K_i,1)$, ε_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 :

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

$$= B_i' X_{it} + \varepsilon_{it}$$

5- Méthodologie de recherche

Dans la présente section nous présenterons d'abord les variables et les données à utiliser, ensuite nous spécifierons le modèle économétrique pour estimer la fonction de coût et nous analyserons les résultats d'estimation.

5.1. Les variables et les données utilisées dans le modèle

De manière générale les variables usées dans la modélisation de la fonction de coût sont définis par :

- Une variable dépendante, qui indique le cout variable (Cv) de l'entreprise.
- Et des variables indépendantes, comme les prix des facteurs de production (w) et le volume produit (Y).

Dans le cadre de cette étude, les variables utilisées sont sélectionnées d'une part sur la base de la revue de littérature soulignée dans les travaux théoriques et empiriques antérieurs comme étant importante (GARCIA.S, 2002, p. 45) ; (GARCIA & THOMAS, 2001, p. 11)…. Et d'autre part sur la base de l'information concernant ces variables qu'elle soit pertinente, accessible et disponible dans le contexte de recherche. Nous présenterons ici le listing de nos variables avec des commentaires très brefs pouvant permettre leur compréhension, voir le tableau suivant :

Tableau N° 01 : Les variables du modèle.

Nom de la variable	Modalités et mesure
Coût variable (CV)	Indique toutes les charges dépensées par l’entreprise mesurées (en dinars)[iii].
volume facturé (Vf)	La quantité qui a été effectivement comptabilisé et consommé, mesurée en m3
volume perdu (Vp)	La quantité calculée par la déférence entre le volume mis en distribution et le volume effectivement consommé, mesurée en m3.
nombre d’abonnés (Ab)	Le nombre d’abonnés à l’entreprise.
prix d’énergie(WE)	le rapport entre les dépenses mensuelles en électricité et la consommation mensuelle d’énergie (DA/kWh).
prix de travail(WL)	le rapport entre les dépenses mensuelles en salaires et la quantité de travail effectuée (DA/h).
Prix des autres dépenses (WM)[iv]	le prix unitaire est le rapport entre la dépense totale de cette catégorie (matériels divers, produits chimiques, sous-traitance, achats et stocks, travaux et réparations, pièce de rechange, etc.) et le volume d’eau mis en distribution (DA/m^3).

Source : Etabli par l’auteur sur la base des travaux antérieurs

Les donnés utilisées dans le modèle empirique sont des données mensuelles, qui couvrent sur une période de quatre ans, soient 60 observations, collectées auprès de l’entreprise algérienne des eaux de Bejaia (service comptabilité et finance), elles portent sur les dépenses, la production et le nombre d’abonnées associés aux services de l’entreprise. Les statistiques descriptives des différentes variables utilisées figure dans l’annexe N01.

5.2. Spécification de la forme fonctionnelle

Dans cette étude, nous choisissons de spécifier la fonction de coût selon le modèle translog, c'est le modèle fonctionnel le plus adopté pour estimer la fonction de coût. Il s’écrit sous la forme suivante :

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

Où CV représente les coûts variables, w le vecteur des prix des facteurs de production, Y le bien produit et Z la variable technique. $i\, et\, i' = VF, VP \quad j\, et\, j' = L, E, M \quad k = Ab$

Selon le fondement théorique de la macro-économie, cette fonction doit respecter les postulats suivants (Cadoret & al, 2004, p. 219):

- La symétrie : $a_{ii'} = a_{i'i}, a_{jj'} = a_{j'j},, a_{ij} = a_{ji},\; a_{ik} = a_{ki},\; a_{jk} = a_{kj}$
- L’homogénéité de dégré 1 : $\sum a_j = 1, \sum a_{jj'} = 0, \sum a_{ij} = \sum a_{jk} = 0$.

- La matrice des dérivées secondes de la fonction de coût par rapport aux prix des facteurs de production est asymétrique.
- La condition de monotonie (les parts de coût estimées doivent être non négatives).

5-3-Modélisation de la fonction de coût translog

Dans notre application, nous allons introduire au départ certaines hypothèses citées préalablement dans le modèle spécifié et nous vérifierons les autres après les résultats d'estimation ; nous supposons donc, la fonction de coût satisfait les restrictions de symétrie et la propriété d'homogénéité de degré un par rapport aux prix des facteurs. Puis nous nous assurerons, une fois les paramètres du modèle estimé, que la matrice de dérivées secondes par rapport aux prix des facteurs de production est asymétrique et aussi la matrice des parts estimées est non négative.

Il serait possible d'estimer directement la fonction de coût seule. Mais dans ce cas on négligera alors l'information apportée par les équations des parts de coût :

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

Si l'on note par S_j la part du coût du *jième* facteur, nous obtenons grâce au lemme de Shephard: $s_j = \frac{w_j x_j}{cv} = \frac{\partial \ln cv}{\partial \ln w_j} \quad telque: \sum_{j=1}^3 w_j x_j = cv \quad j = L, E, M$ 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[v], 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 :

$$s_j = \frac{\partial \ln cv_t}{\partial \ln w_j} = a_j + \sum_{j'}^3 a_{jj'} \ln w_{j't} + \sum_i^2 a_{ij} \ln y_{it} + a_{jk} \ln z_{kt}$$
$$avec: i = VF\ et VP, \quad j\ et\ j' = L, E, M \quad et\ \ k = Ab$$

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 trois équations de parts de coût (S_j) :

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

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

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

On fait l'application des variables, on aura le système suivant à quatre équations :

$$\begin{cases}
\ln(CV_t) = a_0 + a_{VF} \ln y_{VF\,t} + a_{VP} \ln y_{VP\,t} + a_L \ln w_{L\,t} + a_E \ln w_{E\,t} + a_M \ln w_{M\,t} + a_{Ab} \ln z_{Ab\,t} + \frac{1}{2} a_{VF\,VF} \ln y_{VF\,t} \ln y_{VF\,t} + \\
\frac{1}{2} a_{VF\,VP} \ln y_{VF\,t} \ln y_{VP\,t} + \frac{1}{2} a_{VP\,VF} \ln y_{VP\,t} \ln y_{VF\,t} + \frac{1}{2} a_{VP\,VP} \ln y_{VP\,t} \ln y_{VP\,t} + \frac{1}{2} a_{L\,L} \ln w_{L\,t} \ln w_{L\,t} + \frac{1}{2} a_{L\,E} \ln w_{L\,t} \ln w_{E\,t} + \\
\frac{1}{2} a_{L\,M} \ln w_{Lt} \ln w_{M\,t} + \frac{1}{2} a_{E\,E} \ln w_{E\,t} \ln w_{E\,t} + \frac{1}{2} a_{E\,L} \ln w_{E\,t} \ln w_{L\,t} + \frac{1}{2} a_{E\,M} \ln w_{E\,t} \ln w_{M\,t} + \frac{1}{2} a_{M\,M} \ln w_{M\,t} \ln w_{M\,t} + \\
\frac{1}{2} a_{M\,L} \ln w_{M\,t} \ln w_{L\,t} + \frac{1}{2} a_{M\,E} \ln w_{M\,t} \ln w_{E\,t} + \frac{1}{2} a_{Ab\,Ab} \ln z_{Ab\,t} \ln z_{Ab\,t} + a_{VF\,L} \ln y_{VF\,t} \ln w_{L\,t} + a_{VF\,E} \ln y_{VFt} \ln w_{E\,t} + \\
a_{VF\,M} \ln y_{VF\,t} \ln w_{M\,t} + a_{L\,VF} \ln w_{L\,t} \ln y_{VF\,t} + a_{EVF} \ln w_{E\,t} \ln w_{VF\,t} + a_{M\,VF} \ln w_{M\,t} \ln y_{VF\,t} + a_{VP\,L} \ln y_{VP\,t} \ln w_{L\,t} + \\
a_{VP\,E} \ln y_{VP\,t} \ln w_{E\,t} + a_{VP\,M} \ln y_{VP\,t} \ln w_{M\,t} + a_{L\,VP} \ln w_{L\,t} \ln y_{VP\,t} + a_{E\,VP} \ln w_{E\,t} \ln y_{VP\,t} + a_{M\,VP} \ln w_{M\,t} \ln y_{VP\,t} + \\
a_{VF\,Ab} \ln y_{VF\,t} \ln z_{Ab\,t} + a_{Ab\,VF} \ln z_{Ab\,t} \ln y_{VF\,t} + a_{VP\,Ab} \ln y_{VP\,t} \ln z_{Ab\,t} + a_{Ab\,VP} \ln z_{Ab\,t} \ln y_{VP\,t} + a_{L\,Ab} \ln w_{L\,t} \ln z_{Ab\,t} + \\
a_{Ab\,L} \ln z_{Ab\,t} \ln w_{L\,t} + a_{E\,Ab} \ln w_{E\,t} \ln z_{Ab\,t} + a_{Ab\,E} \ln z_{Ab\,t} \ln w_{E\,t} + a_{M\,Ab} \ln w_{M\,t} \ln z_{Ab\,t} + a_{Ab\,M} \ln z_{Ab\,t} \ln w_{M\,t} \\
s_L = a_L + a_{L\,L} \ln w_{L\,t} + a_{L\,E} \ln w_{E\,t} + a_{L\,M} \ln w_{M\,t} + a_{VF\,L} \ln y_{VF\,t} + a_{VP\,L} \ln y_{VP\,t} + a_{L\,AB} \ln z_{Ab\,t} \\
s_E = a_E + a_{E\,L} \ln w_{L\,t} + a_{E\,E} \ln w_{E\,t} + a_{E\,M} \ln w_{M\,t} + a_{VF\,E} \ln y_{VF\,t} + a_{VP\,E} \ln y_{VP\,t} + a_{E\,Ab} \ln z_{Ab\,t} \\
s_M = a_M + a_{M\,L} \ln w_{L\,t} + a_{M\,E} \ln w_{E\,t} + a_{M\,M} \ln w_{M\,t} + a_{VF\,M} \ln y_{VF\,t} + a_{VP\,M} \ln y_{VP\,t} + a_{M\,Ab} \ln z_{Ab\,t}
\end{cases}$$

En respectant les contraintes de symétrie et d'homogénéité de degré 1 de la fonction translog, qui sont les suivantes :

$$\begin{cases}
a_{VF\,VP} = a_{VP\,VF} \\
a_{L\,E} = a_{E\,L}, a_{L\,M} = a_{M\,L}, a_{E\,M} = a_{M\,E} \\
a_{VF\,L} = a_{L\,VF}, a_{VF\,E} = a_{E\,VF}, a_{VF\,M} = a_{M\,VF}, a_{VP\,L} = a_{L\,VP}, a_{VP\,E} = a_{E\,VP}, a_{VP\,M} = a_{M\,VP} \\
a_{VF\,Ab} = a_{Ab\,VF}, a_{VP\,Ab} = a_{Ab\,VP} \\
a_{L\,Ab} = a_{Ab\,L}, a_{E\,Ab} = a_{Ab\,E}, a_{M\,Ab} = a_{Ab\,M}
\end{cases}
\quad \text{et} \quad
\begin{cases}
a_L + a_E + a_M = 1 \\
a_{LL} + a_{LE} + a_{LM} = 0 \\
a_{LE} + a_{EE} + a_{EM} = 0 \\
a_{LM} + a_{EM} + a_{MM} = 0 \\
a_{VF\,L} + a_{VF\,E} + a_{VF\,M} = 0 \\
a_{VP\,L} + a_{VP\,E} + a_{VP\,M} = 0 \\
a_{L\,Ab} + a_{E\,Ab} + a_{M\,Ab} = 0
\end{cases}$$

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 (*Sm*)[vi] et on obtient :

$$\begin{cases}
a_M = 1 - a_L - a_E \\
a_{L\,M} = -a_{L\,L} - a_{L\,E} \\
a_{E\,M} = -a_{L\,E} - a_{E\,E} \\
a_{M\,M} = -a_{L\,M} - a_{E\,M} \\
a_{VF\,M} = -a_{VF\,L} - a_{VF\,E} \\
a_{VP\,M} = -a_{VP\,L} - a_{VP\,E} \\
a_{M\,Ab} = -a_{L\,Ab} - a_{E\,Ab}
\end{cases}$$

Après l'introduction des différentes relations précédentes sur le système d'équations initial, nous aurons pour l'estimation le système suivant[vii], qui contient la fonction de coût ($\ln\left(\frac{CV_t}{w_{Mt}}\right)$), l'équation part de travail (SE) et équation part d'énergie (SE).

$$\begin{cases} \ln\left(\frac{CV_t}{w_{Mt}}\right) = a_0 + a_{VF}\ln y_{VFt} + a_{VP}\ln y_{VPt} + a_L\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_E\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{Ab}\ln z_{Abt} + \frac{1}{2}a_{VF\,VF}(\ln y_{VFt})^2 + \\ a_{VF\,VP}\ln y_{VFt}\ln y_{VPt} + \frac{1}{2}a_{VP\,VP}(\ln y_{VPt})^2 + \frac{1}{2}a_{LL}\left(\ln\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)^2 + a_{LE}\left(\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right) + \frac{1}{2}a_{EE}\left(\ln\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)^2 + \\ \frac{1}{2}a_{Ab\,Ab}(\ln z_{Abt})^2 + 2a_{VF\,L}\left(\ln y_{VFt}\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\right) + 2a_{VF\,E}\left(\ln y_{VFt}\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right) + 2a_{VP\,L}\left(\ln y_{VPt}\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\right) + \\ 2a_{VP\,E}\left(\ln y_{VPt}\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\right) + 2a_{VF\,Ab}\ln y_{VFt}\ln z_{Abt} + 2a_{VP\,Ab}\ln y_{VPt}\ln z_{Abt} + 2a_{L\,Ab}\left(\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right)\ln z_{Abt}\right) + 2a_{E\,Ab}\left(\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right)\ln z_{Abt}\right) \\ S_L = a_L + a_{LL}\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{LE}\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VF\,L}\ln y_{VFt} + a_{VP\,L}\ln y_{VPt} + a_{L\,Ab}\ln z_{Abt} \\ S_E = a_E + a_{LE}\ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{EE}\ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VF\,E}\ln y_{VFt} + a_{VP\,E}\ln y_{VPt} + a_{E\,Ab}\ln z_{Abt} \end{cases}$$

6. Résultats et discussions

Au préalable, la fonction de coût translog est une série de Taylor de second ordre, l'approximation se fait autour d'un point de référence. Dans la littérature, nombreux auteurs préfèrent prendre comme point d'approximation la moyenne des variables, exprimée en log comme point de référence. Notre spécification étant une approximation locale autour de ce point de référence. L'estimation du système à l'aide du logiciel Eviews est présentée dans le tableau suivant (voir le détail dans l'annexe 03).

Tableau N° 02 : Les résultats d'estimation[viii]

Parameters	Coefficient	t-Statistic	Prob.
C(1)	-7693028.	-3.701022	0.0003
C(2)	0.070782	0.587305	0.5578
C(3)	0.061122	0.875041	0.3829
C(4)	0.030074	2.647572	0.0089
C(5)	0.060905	5.053074	0.0000
C(6)	0.896667	2.735098	0.0069
C(7)	0.522593	1.845512	0.0668
C(8)	0.840471	1.840447	0.0676
C(9)	-0.221540	-0.770307	0.4423
C(10)	-3.98E-11	-0.732678	0.4648
C(11)	0.004131	3.625764	0.0004
C(12)	1.85E-10	1.663737	0.0981

C(13)	12.29143	1.794277	0.0747
C(14)	0.002132	0.058784	0.9532
C(15)	0.016335	0.484512	0.6287
C(16)	-0.045220	-3.777538	0.0002
C(17)	0.026211	2.252194	0.0257
C(18)	-3.138765	-2.172533	0.0313
C(19)	0.554099	1.255155	0.2113
C(20)	0.202184	4.234206	0.0000
C(21)	-0.192747	-4.092634	0.0001

Source : Réalisé par l’auteur à l’aide du logiciel Eviews

Avant de passer à l'interprétation des coefficients estimés, il faut au préalable d’étudier la qualité du modèle. Il ressort des résultats d'estimation, les remarques suivantes :

- La qualité de l’ajustement de la fonction de coût est mesurée par la valeur du coefficient de détermination R^2, qui est égal à 0.86 (voir annexe 3), cela veut dire que 86% des coûts sont expliqués par l’ensemble des variables.

- En ce qui concerne, la signification individuelle des paramètres du modèle, l’utilisation du test de Student montre que, 14 paramètres sont significatifs au seuil de signification $\alpha = 10\%$ [ix] : qui sont : $a_0, a_L, a_E, a_{Ab}, a_{VFVF}, a_{VF\,VP}, a_{LE}, a_{EE}, a_{AbAb}, a_{VP\,L}, a_{VP\,E}, a_{VF\,Ab}, a_{L\,Ab}, a_{E\,Ab}$.

- La signification globale du modèle est basée sur l’utilisation du test de Ficher, qui est formulé sous les hypothèses suivantes :

H0 : a1 = a2 = …= ak = 0 Contre H1 : il existe au moins un des paramètres non nul. En calculant la valeur de Ficher empirique $F^* = \frac{R^2/k}{1-R^2/n-k-1}$ et on la compare à la valeur de Ficher théorique à k et n-k-1 degrés de liberté (lue sur la table de Ficher au seuil de signification 10%). L’exécution de ce test, montre que le modèle de la fonction coût est globalement significatif, car la valeur de Ficher empirique est supérieure à la valeur de Ficher théorique, c’est-à-dire

$$F^* = \frac{R^2/k}{1-R^2/n-k-1} = \frac{0.86/20}{1-0.86/60-20-1} = 11.98 \succ F_{0,10}(20,39) = 1.60$$

-Les paramètres associés aux termes quadratiques des variables : volume facturé, énergie, nombre d’abonnés sont significatifs et positifs.

-En outre, le modèle est sous la forme log, cela nous permet d’interpréter les coefficients de ce modèle comme des élasticités (BOURBONNAIS, 2002, p. 157). La lecture du tableau 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), par rapport à la part de la masse salariale (L) et par rapport à la part d'énergie (E). Ceci nous permet de déduire directement la part estimée de la masse salariale qu'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 totaux d'exploitation de l'entreprise (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%.

-Enfin, la fonction de coût doit vérifier les 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 asymétrique ; ces conditions sont satisfaites dans notre étude. En effet : Les parts des coûts estimées (SL et SE) 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 asymétrique d'après, qui est égale :

$$\begin{bmatrix} -3.98E-11 & 0.004131 \\ 0.004131 & 1.85E-10 \end{bmatrix}$$

7. Conclusion

Cette contribution nous a permis de montrer la procédure d'estimation les coûts d'une entreprises, appliquée dans le domaine des services d'alimentation en eau potable. L'approche adoptée pour mener cette analyse consiste en l'utilisation de la fonction de coût microéconomique. 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 de la fonction par la prise en compte de ses propriétés fondamentales mises en évidence dans la théorie microéconomique (propriété de symétrie, propriété d'homogénéité, condition de monotonie, matrice des dérivées secondes par rapport aux prix des facteurs de production asymétrique). L'estimation de cette fonction nécessite l'utilisation de méthode d'estimation simultanée (groupe des équations) qui permet de tenir en compte la corrélation des erreurs inter-équation sur la même observation, ce qui nous a permis d'estimer le modèle par la méthode de Zellner itérative.

En tenant compte des résultats aperçus, nous suggérons à l'entreprise de gestion (algérienne des eaux), de procéder à une meilleure utilisation de ses facteurs de production. Et d'axer ses efforts sur la gestion optimale de facteur « autres dépenses » qui présente la part la plus importante, soit un taux de 63,84% du total des dépenses de l'entreprise (comme matériels divers, produits chimiques, sous-traitance, achats et stocks, travaux et réparations, pièce de rechange, etc.), surtout lorsqu'on sait que ces dépenses prennent de plus en plus de poids dans le budget du service de l'entreprise.

Enfin, l'application de la méthode SUR dans le domaine des coûts nécessite l'utilisation d'un échantillon important afin de garantir des résultats fiables, et déduire une estimation efficace et impartiale du coût, aussi les résultats de régression sont sensibles à la spécification du modèle choisi.

Liste des références :

1- ARNAUD, R., & NICOLAS, V. (1998). *Econométrie, théorie et application.* Paris: NATHAN.

2- BAZEN, S., & SABATIER, M. (2007). *Econométrie, des fondements à la modélisation.* paris: Vuibert.

3- BERNARD. (2000). *Encyclopédie de comptabilité, contrôle de gestion et audit* . Paris: Economica.

4- BOURBONNAIS. (2002). *Econométrie* . Paris: Dunod.

5- Cadoret, & al. (2004). *Econométrie appliquée ; méthodes applications corrigés.* Paris: Edition de bœck université.

6- CADORET, I., & RENOU, P. (1992). Elasticités et substitutions énergétiques : Difficultés méthodologiques. *Cahiers du CESEG – document n°6, école nationale supérieur du pétrole et des moteurs- institut français du pétrole* .

7- Cha, & Piget. (1998). *Comptabilité analytique.* Paris: Economica.

8- Chris, W. (2003). dynamic translog and linear logit models : a factor demand analysis of interfuel substitution in US industrial energy demand. *Energy Economics* .

9- DUBOIS.P. (1997). *Introduction à la microéconomie ; cours et exercices* . Paris: Ellipses.

10- DUTHIL, G., & VANHAECKE, D. (1995). *Initiation à la microéconomie.* Paris: Ellipses.

11- FAUQUERT.G. (2007). Les déterminants du prix des services d'eau potable en délégation ; contribution à la régulation locale des services publics de l'eau potable. *1. FAUQUERT.G: Les déterminants du prix des services d'eau potable en délégation ; contribution à la réguThèse de doctorat en sciences de l'eau, option gestion. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux* .

12- GARCIA, S., & THOMAS, A. (2001). The structure of municipal water supply costs : Applicationto a panel of French local communities. *Journal of Productivity Analysis, vol. 16, n° 1,*

13- GARCIA.S. (2002). 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.

14- JOHNSTON.J. (1998). *Méthodes économétriques* . Paris: Economica.

15- Kumbhakar, S. (1997). Modeling Allocative inefficiency in a translog cost function and cost share equations: An exact relationship. *journal of Econometrics 76* , 351-356.

16- POIRIER, F. (1987). 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. .

17- SAHRAOUI.A. (2004). *Comptabilité analytique de gestion, exercices et études de cas corrigés* . Alger: BERTI Editions.

Annexes :

Annexe N01 : Tableau 2 : Statistique descriptive des différentes variables.

Définition	Moy. arith	Écart-type	Mini	Maxi
CV	12823976,5	1799737,65	11048614,	16574649,
VF	564585,05	52456,7757	480226	673279
VP	450737,95	113509,662	237684	696212
SL	0,60085729	0,0393189	0,5270134	0,6839374
SE	0,25110227	0,02958028	0,1887145	0,3126315
SM	0,14804044	0,021081	0,1087672	0,1918782
WL	51736,7907	10397,9204	42280,142	70921,476
WE	0,99804780	0,03020746	0,8920027	1,0624033
WM	1,87054162	0,30984359	1,3514273	2,2897193
AB	35941,5	2403,02142	32137	39920

Source : Réalisé par moi-même sur la base des données de l'entreprise

Annexe N02 : 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
a_E :C(5)	$\ln y_{VP}$:LVP
a_{Ab} :C(6)	$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$:LWLWM
a_{VFVF} :C(7)	$\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$:LWEWM
a_{VFVP} :C(8)	$\ln z_{Ab}$:LAB
a_{VPVP} :C(9)	$\frac{1}{2}(\ln y_{VF})^2$: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)	$2\ln y_{VP}\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$:LVPLWEWM
a_{LAb} : C(20)	$2\ln y_{VF}\ln z_{Ab}$:LVFLAB
a_{EAb} : C(21)	$2\ln y_{VP}\ln z_{Ab}$:LVPLAB
	$2\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\ln z_{Ab}$: LWLWMLAB
	$2\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\ln z_{Ab}$:LWEWMLAB

Source : réalisé par l'auteur

Annexe N03 : Résultats d'estimation du modèle de coût.

System: System
Estimation Method: Seemingly Unrelated Regression
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		

Source : réalisé par l’auteur

[i] Le choix de cette entreprise est dicté essentiellement par les raisons de commodité de travail.

[ii] En prenant en considération ses propriétés de base citées précédemment.

[iii] 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.

[iv] 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[3]).

[v] $s_j = \frac{w_j x_j}{cv}$ et $\sum_{j=1}^{3} w_j x_j = cv \Rightarrow \sum_{j=1}^{3} S_j = \frac{1}{cv}\sum_{j}^{3} w_j X_j = \frac{cv}{cv} = 1$

[vi] Dans ce cas le choix de l’équation de part de coût à utiliser est arbitraire.

[vii] Nous avons enlevé l’équation de la part des autres dépenses *SM* dans ce système pour éviter que la matrice de variance-covariance des aléas soit singulière9, les paramètres de cette équation sont déduits directement de ceux des équations de parts de travail (*SL*) et de l’énergie (*SE*).

[viii] Notes : les paramètres C(1)...C(21) indiquent respectivement les paramètres de la fonction de coût variable translog estimée (voir annexe N02).

[ix] Nous avons travaillé au seuil de signification de 10% afin d’augmenter le nombre des variable significatives, car l’utilisation de la méthode de Zellner itérative est recommandée son utilité sur un échantillon assez grand.