

**MODELISATION DES COÛTS D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA**

Nouara BOUKRIF

Kafia BERRAH

l'université de Bejaia

Résumé

Le présent article porte sur une analyse économétrique des coûts des services d'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Béjaia, et ce en appuyant sur un modèle empirique à partir d'une base de données relevant de l'Algérienne des eaux de Béjaia.

Pour réaliser ce travail, nous avons appelé aux techniques de modélisation telles que les procédures d'estimation de système d'équations simultanées sous contraintes à l'aide de la méthode SURE. Ce travail nous a permis de fournir un outil d'aide à la gestion pour les services d'eau potable au niveau de l'entreprise de gestion de la ville de Bejaia.

Mots clés

Alimentation en eau potable, coûts, fonction de coût translog, méthode SURE, élasticité de substitution.

Introduction

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, qui rendent difficile l'adéquation besoins-ressources, d'où la nécessité de bien gérer cette ressource.

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.

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.

C'est dans cette optique que nous inscrivons le présent travail, qui consiste à reprendre à la question 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 ?** »

MODELISATION DES COÛTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

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.

I- CADRE D'ANALYSE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Pour pouvoir porter des éléments de réponses à la question posée, nous nous sommes d'abord engagé dans une recherche bibliographique et documentaire ayant trait aux différents aspects des services de l'eau potable. Pour effectuer une analyse économétrique des coûts des services de l'eau potable de la ville de Bejaia, nous avons fait appel aux techniques de modélisation telles que les procédures d'estimation de système d'équations simultanées sous contraintes à l'aide de la méthode SURE. Cette analyse s'appuie sur un modèle empirique à partir d'une base de données relevant de l'Algérienne des eaux de Bejaia. En effet, le choix de la ville de Bejaia est dicté essentiellement par les raisons de commodité de travail.

Dans le présent article, nous présentons 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.

II. DESCRIPTION DES VARIABLES ET DONNEES

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

III. Description des variables

Selon certains travaux de recherche déjà réalisés sur la modélisation et de l'estimation de la fonction de coût des services de l'eau potable (BOYER. M et GARCIA. S 2004), les déterminants des coûts d'exploitation sont comme suit :

- Les prix des facteurs de production (w).
- Le volume d'eau produit (Y).
- Le volume d'eau facturé (V_f).
- 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-fixe¹.

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.

II2. Description des données

Notre base de données est 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 qui portent sur les dépenses et la production de service d'alimentation en eau potable dans la ville de Béjaia. Ces données sont relatifs aux :

- dépenses de production.
- consommation d'électricité et les horaires de travail.
- renseignements techniques sur le réseau.
- L volumes d'eau produits, distribués et facturés.
- 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 énergie², et en autres dépenses³ en dinars et par mois. Cette variable est définie par l'ensemble des charges dépensées par l'entreprise de l'ADE⁴, 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 distribué⁵. 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 m³. 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.

MODELISATION DES COÛTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

- 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.
- 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.⁶ 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/m³).

Selon les données collectées pour estimer la fonction de coût, les variables qui seront utilisées dans notre modèle sont les suivantes⁷ :

- Coût Variable en dinars : CV
- Volume Facturé en m³ : VF
- Volume Perdu en m³ : 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/m³:WM
- Nombre d'abonnés : Ab

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

Tableau n° 1 : Statistique descriptive des différentes variables.

| Variable | définition | Unité | Moy. arith | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|----------|--------------------------|-------------------|------------|------------|------------|-------------|
| CV | Coût variable | DA | 12823976,5 | 1799737,65 | 11048614,9 | 16574649,1 |
| VF | Volume facturé | m ³ | 564585,05 | 52456,7757 | 480226 | 673279 |
| VP | Volume perdu | m ³ | 450737,95 | 113509,662 | 237684 | 696212 |
| SL | Part de travail | - | 0,60085729 | 0,0393189 | 0,52701342 | 0,68393749 |
| SE | Part de l'énergie | - | 0,25110227 | 0,02958028 | 0,18871457 | 0,31263157 |
| SM | Part des autres dépenses | - | 0,14804044 | 0,021081 | 0,10876722 | 0,19187827 |
| WL | Prix de travail | DA/Heure | 51736,7907 | 10397,9204 | 42280,1426 | 70921,47627 |
| WE | Prix de l'énergie | DA/KWH | 0,99604780 | 0,05020746 | 0,89200277 | 1,062403307 |
| WM | Prix des autres dépenses | DA/m ³ | 1,87054162 | 0,30984339 | 1,35142739 | 2,28971934 |
| Ab | 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)

III. ESTIMATION DES COÛT 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.

III.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 :

$$(CV_i) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln y_{it} + \sum_j \alpha_j \ln w_{jt} + \alpha_k \ln z_{kt} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln y_{it} \ln y_{jt} + \frac{1}{2} \sum_j \sum_j \alpha_{jj} \ln w_{jt} \ln w_{jt} + \frac{1}{2} \alpha_{kk} (\ln z_{kt})^2 + \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln y_{it} \ln w_{jt} + \sum_i \alpha_{ik} \ln y_{it} \ln z_{kt} + \sum_j \alpha_{jk} \ln w_{jt} \ln z_{kt} \dots (2)$$

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 : $(\alpha_0, \alpha_i, \alpha_i, \alpha_j, \alpha_k, \alpha_{ii'}, \alpha_{jj'}, \alpha_{ij}, \alpha_{ik}, \alpha_{jk})$

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; $\alpha_{ii'} = \alpha_{i'i}, \alpha_{jj'} = \alpha_{j'j}, \alpha_{ij} = \alpha_{ji}, \alpha_{ik} = \alpha_{ki}, \alpha_{jk} = \alpha_{kj}$
- La propriété d'homogénéité ; $\sum_j \alpha_j = 1, \sum \alpha_{jj'} = 0, \sum \alpha_{ij} = \sum \alpha_{jk} = 0$.
- La propriété de concavité ; si la matrice des coefficients $\alpha_{jj'}$ est semi définie négative, et que les parts de coût soient 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 de production.
- Nous nous assurerons, une fois les paramètres de la fonction de coût estimés, que la matrice des coefficients $\alpha_{jj'}$ est bien semi-définie négative et que les parts du coût sont non négatives.

Application :

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

$$\ln(CV_i) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln y_{it} + \sum_j \alpha_j \ln w_{jt} + \alpha_k \ln z_{kt} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_i \alpha_{ii} \ln y_{it} \ln y_{it} + \frac{1}{2} \sum_j \sum_j \alpha_{jj} \ln w_{jt} \ln w_{jt} + \frac{1}{2} \alpha_{kk} (\ln z_{kt})^2 + \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln y_{it} \ln w_{jt} + \sum_i \alpha_{ik} \ln y_{it} \ln z_{kt} + \sum_j \alpha_{jk} \ln w_{jt} \ln z_{kt} \dots (2)$$

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 *jième* facteur, nous obtenons grâce au lemme de Shephard:

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

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 1⁸, 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 :

$$s_j = \frac{\partial \ln cv_t}{\partial \ln w_j} = \alpha_j + \sum_j^3 \alpha_{j'} \ln w_{j'} + \sum_i^2 \alpha_{ij} \ln y_{it} + \alpha_{jk} \ln z_{kt}$$

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) :

$$\ln(CV_t) = \alpha_0 + \sum_i^2 \alpha_i \ln y_{it} + \sum_j^3 \alpha_j \ln w_{jt} + \alpha_k \ln z_{kt} + \frac{1}{2} \sum_i^2 \sum_{i'}^2 \alpha_{ii'} \ln y_{it} \ln y_{i't} + \frac{1}{2} \sum_j^3 \sum_{j'}^3 \alpha_{jj'} \ln w_{jt} \ln w_{j't} + \frac{1}{2} \alpha_{kk} (\ln z_{kt})^2 + \sum_i^2 \sum_j^3 \alpha_{ij} \ln y_{it} \ln w_{jt} + \sum_i^2 \alpha_{ik} \ln y_{it} \ln z_{kt} + \sum_j^3 \alpha_{jk} \ln w_{jt} \ln z_{kt}$$

$$s_j = \frac{\partial \ln cv_t}{\partial \ln w_j} = \alpha_j + \sum_{j'}^3 \alpha_{j'} \ln w_{j'} + \sum_i^2 \alpha_{ij} \ln y_{it} + \alpha_{jk} \ln z_{kt}$$

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

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 :

$$\begin{cases} \alpha_{ii} = \alpha_{i,i} \\ \alpha_{ij} = \alpha_{j,i} \\ \alpha_{ij} = \alpha_{ji} \\ \alpha_{ik} = \alpha_{ki} \\ \alpha_{jk} = \alpha_{kj} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \alpha_{VFVP} = \alpha_{VPVF} \\ \alpha_{LE} = \alpha_{EL}, \alpha_{LM} = \alpha_{ML}, \alpha_{EM} = \alpha_{ME} \\ \alpha_{VFL} = \alpha_{LVF}, \alpha_{VFE} = \alpha_{EVE}, \alpha_{VFM} = \alpha_{MVF}, \alpha_{VPL} = \alpha_{LVP}, \alpha_{VPE} = \alpha_{EVP}, \alpha_{VPM} = \alpha_{MPV} \\ \alpha_{VFAb} = \alpha_{AbVF}, \alpha_{VPAb} = \alpha_{AbVP} \\ \alpha_{LAB} = \alpha_{AbL}, \alpha_{EAb} = \alpha_{AbE}, \alpha_{MAb} = \alpha_{AbM} \end{cases}$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_j^3 \alpha_j = 1 \\ \sum_j^3 \alpha_{j'} = 0 \\ \sum_j^2 \alpha_{j''} = 0 \\ \alpha_{jk} = 0 \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha_L + \alpha_E + \alpha_M = 1 \\ \alpha_{LL} + \alpha_{LE} + \alpha_{LM} = 0 \\ \alpha_{EL} + \alpha_{EE} + \alpha_{EM} = 0 \\ \alpha_{ML} + \alpha_{ME} + \alpha_{MM} = 0 \\ \alpha_{FL} + \alpha_{FE} + \alpha_{FM} = 0 \\ \alpha_{PL} + \alpha_{PE} + \alpha_{PM} = 0 \\ \alpha_{LAb} + \alpha_{EAb} + \alpha_{MAb} = 0 \end{array} \right.$$

Le système à estimer après l'introduction de ces contraintes s'écrit :

$$(S) \left\{ \begin{array}{l} \ln\left(\frac{CV_t}{W_{Mt}}\right) = \alpha_0 + \alpha_{VP} \ln y_{VP} + \alpha_{VF} \ln y_{VF} + \alpha_L \ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right) + \alpha_E \ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right) + \alpha_{Ab} \ln z_{Ab} + \frac{1}{2} \alpha_{VFP} (\ln y_{VP})^2 + \\ \alpha_{VFP} \ln y_{VP} \ln y_{VF} + \frac{1}{2} \alpha_{VFF} (\ln y_{VF})^2 + \frac{1}{2} \alpha_{LL} \left(\ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right)\right)^2 + \alpha_{LE} \left(\ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right) \ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right)\right) + \frac{1}{2} \alpha_{EE} \left(\ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right)\right)^2 + \\ \frac{1}{2} \alpha_{LAb} (\ln z_{Ab})^2 + 2\alpha_{VFL} \left(\ln y_{VP} \ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right)\right) + 2\alpha_{VFE} \left(\ln y_{VP} \ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right)\right) + 2\alpha_{VFL} \left(\ln y_{VF} \ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right)\right) + \\ 2\alpha_{VFE} \left(\ln y_{VF} \ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right)\right) + 2\alpha_{VFL} \ln y_{VP} \ln z_{Ab} + 2\alpha_{VFE} \ln y_{VF} \ln z_{Ab} + 2\alpha_{LAb} \left(\ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right) \ln z_{Ab}\right) + 2\alpha_{EAb} \left(\ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right) \ln z_{Ab}\right) \\ S_L = \alpha_L + \alpha_{LL} \ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right) + \alpha_{LE} \ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right) + \alpha_{VFL} \ln y_{VP} + \alpha_{VFL} \ln y_{VF} + \alpha_{LAb} \ln z_{Ab} \\ S_E = \alpha_E + \alpha_{LE} \ln\left(\frac{W_{Lt}}{W_{Mt}}\right) + \alpha_{EE} \ln\left(\frac{W_{Et}}{W_{Mt}}\right) + \alpha_{VFE} \ln y_{VP} + \alpha_{VFE} \ln y_{VF} + \alpha_{EAb} \ln z_{Ab} \end{array} \right.$$

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.

Nous avons enlevé l'équation de la part des autres dépenses S_M 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 (S_L) et de l'énergie (S_E)¹⁰.

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 les propriétés de base du modèle de coût (symétrie et homogénéité de degré un). Alors les équations

MODELISATION DES COÛTS D’ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

des parts contiennent seulement des sous-ensembles de l'ensemble complet des paramètres de la fonction du coût.

III2. 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(Christensen, Jorgensen, Lau, 1973), 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. Le tableau ci-dessous résume l’essentiel des résultats d’estimation du système *S*.

Tableau n° 2: Résultats d’estimation du système (*S*) à 20 variables explicatives.

| Paramètres | Variab les | Coefficient | Ecart type | t-S tistic |
|-------------------|--|-------------|------------|------------|
| α_0 | Constante | -7693028 | 2078623 | -3.701022 |
| α_{Y^*} | $\ln y_{Y^*}$ | 0.070782 | 0.120520 | 0.587305 |
| α_{Y^*} | $\ln y_{Y^*}$ | 0.061122 | 0.069851 | 0.875041 |
| α_L | $\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ | 0.030074 | 0.011359 | 2.647572 |
| α_E | $\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$ | 0.060905 | 0.012053 | 5.053074 |
| $\alpha_{L,E}$ | $\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ | 0.896667 | 0.327837 | 2.735098 |
| $\alpha_{Y^*Y^*}$ | $\ln z_{L,E}$ | | | |
| $\alpha_{Y^*Y^*}$ | $\frac{1}{2}(\ln y_{Y^*})^2$ | 0.522593 | 0.283169 | 1.845512 |
| $\alpha_{Y^*Y^*}$ | $\ln y_{Y^*}$ | 0.840471 | 0.456667 | 1.840447 |
| $\alpha_{L,L}$ | $\ln y_{Y^*}$ | -0.221540 | 0.287600 | -0.770307 |
| $\alpha_{L,L}$ | $\frac{1}{2}(\ln y_{Y^*})^2$ | -3.98E-11 | 5.43E-11 | -0.732678 |
| $\alpha_{L,E}$ | $\frac{1}{2}\left(\ln\frac{w_L}{w_M}\right)^2$ | 0.004131 | 0.001139 | 3.625764 |
| $\alpha_{E,E}$ | $\frac{1}{2}\left(\ln\frac{w_E}{w_M}\right)^2$ | 1.85E-10 | 1.11E-10 | 1.663737 |
| $\alpha_{L,E}$ | $\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$ | 12.29143 | | 1.794277 |
| α_{Y^*L} | | 0.002132 | 6.850352 | 0.058784 |
| α_{Y^*E} | $\frac{1}{2}\left(\ln\frac{w_E}{w_M}\right)^2$ | 0.016335 | 0.036276 | 0.484512 |
| α_{Y^*L} | $\frac{1}{2}(\ln z_{L,E})^2$ | -0.045220 | 0.033714 | -3.777538 |
| α_{Y^*E} | | 0.026211 | 0.011971 | 2.252194 |
| $\alpha_{Y^*L,E}$ | $2 \ln y_{Y^*} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$ | -3.138765 | 0.011638 | -2.172533 |
| $\alpha_{Y^*L,E}$ | | | 1.444749 | 1.255155 |
| $\alpha_{L,L,E}$ | $2 \ln y_{Y^*} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$ | 0.554099 | 0.441459 | 4.234206 |
| $\alpha_{E,L,E}$ | | | 0.047750 | -4.092634 |
| | | | 0.047096 | |

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°2 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 :

$$\begin{aligned}
 \ln\left(\frac{CV}{w_M}\right) = & -7693028 + 0.070782 \ln y_{VP} + 0.061122 \ln y_{VF} + 0.30074 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) + 0.060905 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) + \\
 & 0.896667 \ln z_{Ab} + 0.26129 (\ln y_{VP})^2 + 0.840471 \ln y_{VP} \ln y_{VF} + 0.11077 (\ln y_{VF})^2 - 1.99E - 11 \left(\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\right)^2 \\
 & + 0.004131 \left(\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\right) + 9.25E - 11 \left(\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\right)^2 + 6.145715 (\ln z_{Ab})^2 + 0.004264 \left(\ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\right) + \\
 (S) & 0.03267 \left(\ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\right) - 0.09044 \left(\ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\right) + 0.052422 \left(\ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\right) - 6.27753 \ln y_{VP} \ln z_{Ab} + \\
 & 1.108198 \ln y_{VP} \ln z_{Ab} + 0.404368 \left(\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \ln z_{Ab}\right) - 0.385494 \left(\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \ln z_{Ab}\right) \\
 S_L = & 0.30074 - 3.98E - 11 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) + 0.004131 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) + 0.002132 \ln y_{VP} - 0.045220 \ln y_{VP} + 0.202184 \ln z_{Ab} \\
 S_E = & 0.060905 + 0.004131 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) + 1.85E - 10 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) + 0.016335 \ln y_{VP} + 0.026211 \ln y_{VP} - 0.192747 \ln z_{Ab}
 \end{aligned}$$

- 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 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 : $\ln y_{VF}$,

$\ln y_{VP}$, $\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$, $\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$, $\ln z_{Ab}$, $\frac{1}{2}(\ln y_{VF})^2$, $\ln y_{VF} \ln y_{VP}$, $\frac{1}{2}(\ln y_{VP})^2$,

$\frac{1}{2}\left(\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)\right)^2$, $\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$, $\frac{1}{2}\left(\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)\right)^2$, $2 \ln y_{VP} \ln z_{Ab}$, $2 \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right) \ln z_{Ab}$,

$2 \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right) \ln z_{Ab}$, $\frac{1}{2}(\ln z_{Ab})^2$, $2 \ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$, $2 \ln y_{VF} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$,

$2 \ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$, $2 \ln y_{VP} \ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$, $2 \ln y_{VF} \ln z_{Ab}$.

- 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 :

$\ln\left(\frac{w_L}{w_M}\right)$, $\ln\left(\frac{w_E}{w_M}\right)$, $\ln y_{VF}$, $\ln y_{VP}$, $\ln z_{Ab}$.

MODELISATION DES COUTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

- 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

$$H_1 : a_i \neq 0 \quad i = 1,21$$

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°2.

La règle de décision est formulée de la manière suivante :

si $t_{\hat{a}_i}^* > t_{\frac{\alpha}{2}}(n-k-1)$ 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 $\alpha = 10\%$: $a_{VF}, a_{VP}, a_{VPPV}, a_{LL}, a_{VFL}, a_{VFE}, a_{VPAb}$.

La nullité des 07 paramètres restant est due probablement à l'insuffisance du nombre d'observation¹¹.

- 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 : 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_α 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

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

-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 élasticités¹². La lecture du tableau (02) 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 observation) et la concavité dans les prix des facteurs de production. Ces conditions sont satisfaites dans notre étude. En effet :

MODELISATION DES COÛTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

- Les parts des coûts estimées 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 obtenue à partir de nos données est semi-définie négative et nous permet donc de vérifier la concavité de la fonction de coût.

IV. ELASTICITES DE SUBSTITUTION DES FACTEURS DE PRODUCTION

Dans cette section nous allons calculer l'élasticité partielle de substitution des facteurs de production 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.

IV1. 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 :

$$\begin{cases} S_E = a_E + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{EE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFE} \ln y_{Vft} + a_{VPE} \ln y_{Vpt} + a_{EAb} \ln z_{Abt} \\ S_L = a_E + a_{LL} \ln\left(\frac{w_{Lt}}{w_{Mt}}\right) + a_{LE} \ln\left(\frac{w_{Et}}{w_{Mt}}\right) + a_{VFl} \ln y_{Vft} + a_{VPL} \ln y_{Vpt} + a_{LAb} \ln z_{Abt} \end{cases}$$

L'essentiel des résultats estimés de ce système à l'aide du logiciel Eviews 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°3 : 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 $t_{\hat{a}_i}^* (\text{calculé}) > t_{\alpha} (n - k - 1)(\text{théorique}) = t_{0,05} (60 - 5 - 1) = 1.64$).

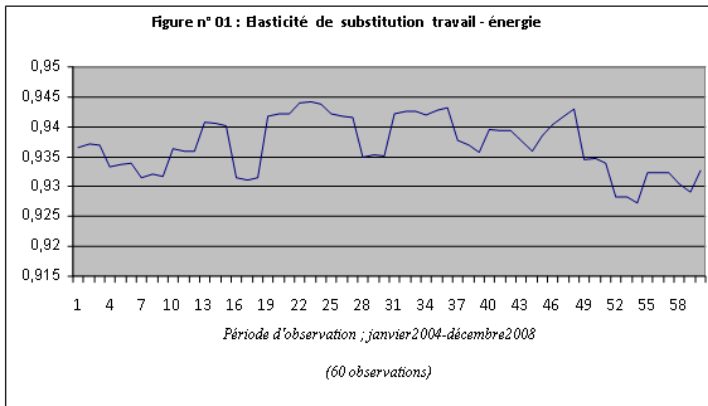
Le test de Fisher indique que le modèle est globalement significatif (car

$$F^* (\text{empirique}) > F_{\alpha} (k, n - k - 1)(\text{théorique}) = F_{0,1} (5, 60 - 5 - 1) = 1.95$$

L'élasticité partielle de substitution au sens d'Allen entre travail et énergie σ_{LE} se calcule comme suit¹³ :

$$\sigma_{jj'} = 1 + \frac{a_{jj'}}{s_{jt} s_{j't}} \Rightarrow \sigma_{LE} = 1 + \frac{a_{LE}}{s_{Lt} s_{Et}} = 1 + \frac{-0,009374}{s_{Lt} s_{Et}}$$

Les résultats de calcul de cette élasticité (σ_{LE}) 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 observation¹⁴, 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 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-versa¹⁵.

MODELISATION DES COÛTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

IV2.Elasticité de substitution travail-« autres dépenses ».

En respectant toujours la contrainte d'asymétrie et la contrainte d'homogénéité de degré un par rapport au prix de facteur de production, le modèle est constitué de deux équations des parts de coût SL et SM comme suit :

$$\begin{cases} S_L = \alpha_E + \alpha_{LL} \ln \left(\frac{w_{Lt}}{w_{Et}} \right) + \alpha_{LM} \ln \left(\frac{w_{Mt}}{w_{Et}} \right) + \alpha_{VFL} \ln y_{VFT} + \alpha_{VPL} \ln y_{VPT} + \alpha_{LAB} \ln z_{ABt} \\ S_M = \alpha_M + \alpha_{LM} \ln \left(\frac{w_{Lt}}{w_{Et}} \right) + \alpha_{MM} \ln \left(\frac{w_{Mt}}{w_{Et}} \right) + \alpha_{VFM} \ln y_{VFT} + \alpha_{VPM} \ln y_{VPT} + \alpha_{MAB} \ln z_{ABt} \end{cases}$$

L'essentiel des résultats estimés 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° 4: 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) |

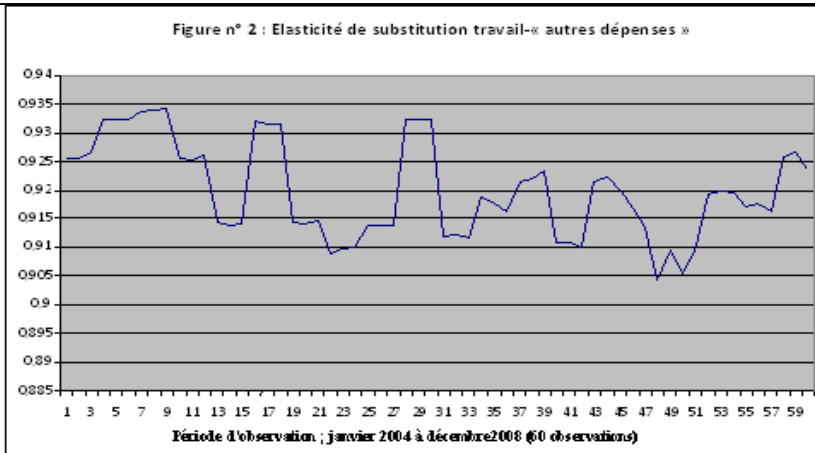
Source : Réalisé par nous-mêmes à l'aide du logiciel Eviews.

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 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 » σ_{LM} , se calcule comme suit : $\sigma_{LM} = 1 + \frac{\alpha_{LM}}{S_{Lt} S_{Mt}} = 1 + \frac{-0,006960}{S_{Lt} S_{Mt}}$

Les résultats de calcul σ_{LM} 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.

IV3.Elasticité de substitution énergie-« autres dépenses »

En respectant toujours la contrainte d’asymétrie et la contrainte d’homogénéité de degré un 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 :

$$\begin{cases} S_E = \alpha_E + \alpha_{EE} \ln \left(\frac{w_E}{w_L} \right) + \alpha_{EM} \ln \left(\frac{w_M}{w_L} \right) + \alpha_{VEE} \ln y_{VEE} + \alpha_{VPE} \ln y_{VPE} + \alpha_{EAb} \ln z_{Abt} \\ S_M = \alpha_M + \alpha_{EM} \ln \left(\frac{w_E}{w_L} \right) + \alpha_{MM} \ln \left(\frac{w_M}{w_L} \right) + \alpha_{VEM} \ln y_{VEM} + \alpha_{VPM} \ln y_{VPM} + \alpha_{MAb} \ln z_{Abt} \end{cases}$$

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°5: 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

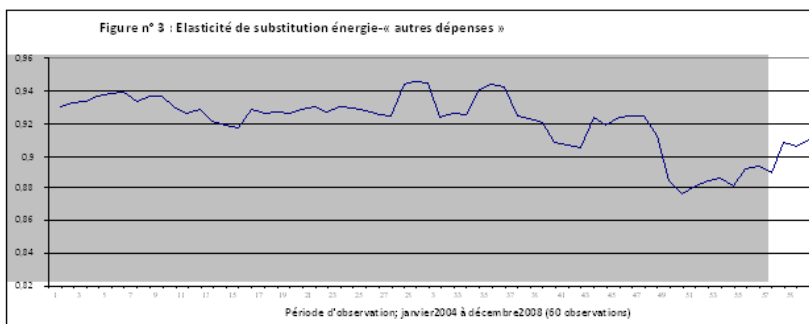
MODELISATION DES COUTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

parts par rapport à leur prix sont significatifs
 (car $t_{\hat{a}_i}^* (\text{calculé}) > t_{\alpha} (n - k - 1) (\text{théorique})$).

Le test de Fisher indique que le modèle est globalement significatif
 (car $F^* (\text{empirique}) > F_{\alpha} (k, n - k - 1) (\text{théorique})$)

L'élasticité partielle de substitution au sens d'Allen entre énergie et autres dépenses σ_{EM} 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 σ_{LM} 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

L'analyse de la fonction des coûts d'une entreprise s'inspire de nombreux développements théoriques et empiriques, qui se 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, propriété de concavité). 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 Béjaia, 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%.
- 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 :

- 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.

MODELISATION DES COUTS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : CAS DE LA VILLE DE BEJAIA

- 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.

Bibliographie

Ouvrages

1. ALBERTINI Jean.M & SILEM.A, « Lexique d'économie », Dalloz, Paris, 2002.
2. ARNAUD-R & NICOLAS-V, « Econométrie, théorie et application », NATHAN, Paris, 1998.
3. BAZEN.S & SABATIER.M, « Econométrie, des fondements à la modélisation », Vuibert, paris, Février 2007.
4. BOURBONNAIS.R, « Econométrie », Dunod, Paris, 2002.
5. BRIGITTE.D, « Introduction à l'économétrie », Montchrestien, E.J.A. Paris, 1999.
6. CADORET.I, BENJAMIN.C, MARTIN.F, HERRAD.N et TANGUY.S, « Econométrie appliquée ; méthodes applications corrigés », Edition de bœck université, Paris, 2004.
7. CASIN.P, « Econométrie, méthode et application avec Eviews », Edition TECHNIP, Paris, 2009.
8. CHA.G et PIGET.P, « Comptabilité analytique », Economica, Paris 1998.
9. DUBOIS.P, « Introduction à la microéconomie ; cours et exercices », Ellipses, Paris, 1997.
10. DUTHIL.G & VANHAECKE.D, « Initiation à la microéconomie », Ellipses, Paris, 1995.
11. JOHNSTON.J, « Méthodes économétriques », Economica, Paris, 1998.
12. LOCHARD.J, « La comptabilité analytique ou comptabilité de responsabilité », Editions d'Organisation, paris, 1998.
13. MANSFIELD.E, « Economie appliquée à la Gestion », Economica, Paris, Janvier 1996.
14. REMIN.B, « La problématique de l'eau en Algérie », OPU, Alger, 2005.
15. SMETS.H, « De l'eau potable à un prix abordable, La pratique des États. Académie de l'Eau », France, 2008.
16. VINCENT.G, « Statistique appliquée à la gestion », ECONOMICA, Paris, 1995.

Reuves et Articles

1. 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.

2. CADORET.I & RENOU.P : Elasticités et substitutions énergétiques : Difficultés méthodologiques. Cahiers du CESEG – document n°6, école nationale supérieur du pétrole et des moteurs- institut français du pétrole, 1992.
3. Conseil Mondial de l'eau, « l'eau : l'affaire de tous », 3^{ème} forum mondial de l'eau Kyoto, centre international de réflexion sur la politique de l'eau. Mars 2003.
4. 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.
5. GARCIA.S : Mesure des économies d'échelle et taille efficace intercommunalité. GEA-ENGREF, Paris, 13 janvier 2003.
6. 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.
7. 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.
8. Sedec SA : Algérie ; construire l'avenir. Revue supplément au MOCI N°1706 DU 09 JUIN 2005. P 79 – 82 et 90-92.
9. SMETS.H : Les fondements d'une politique de l'eau potable. LA HOUILLE BLANCHE/N° 1-2004.

Thèses et mémoires

1. 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.
2. 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).
3. 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.

¹ 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.

² Dans notre étude le facteur de l'énergie représente l'électricité utilisée.

³ Nous allons définir cette composante par la suite.

⁴ 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.

⁵ Car la ville de Béjaïa est caractérisée par l'insuffisance de réservoirs pour stoker le reste de l'eau après la distribution.

⁷ Les variables des parts de coût : SE, SL, SM seront défini par la suite.

$$8 : S_j = \frac{w_j x_j}{cv} \text{ et } \sum_{j=1}^3 w_j x_j = cv \Rightarrow \sum_{j=1}^3 S_j = \frac{1}{cv} \sum_{j=1}^3 w_j x_j = \frac{cv}{cv} = 1$$

⁹ Dans ce cas le choix de l'équation de part de coût est arbitraire.

¹⁰ 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.

¹¹ L'estimation par la méthode SURE est recommandée sur un échantillon assez grand.

¹² BOURBONNAIS Regis, économétrie. Dunod, Paris, 2002. Page 157.

¹³ 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.

¹⁴ 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.

¹⁵ Car l'élasticité de substitution partielle est symétrique.