



HAL
open science

Measuring economies of scale and the efficient size of intermunicipalities

Serge Garcia

► **To cite this version:**

Serge Garcia. Measuring economies of scale and the efficient size of intermunicipalities. 2003. hal-04116471

HAL Id: hal-04116471

<https://hal.science/hal-04116471>

Preprint submitted on 4 Jun 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Mesure des économies d'échelle et taille efficace d'intercommunalité

Serge Garcia*

13 janvier 2003

Résumé

La mesure de performance des services d'Alimentation en Eau Potable (AEP) dépend à la fois des caractéristiques physiques et de l'organisation économique des réseaux. Les mesures des rendements d'échelle sont très utiles dans l'analyse micro-économique de la production pour identifier l'origine d'éventuelles économies de coût à réaliser. Lorsque le cadre d'étude se limite aux industries de réseau, il est possible de distinguer les effets de densité des effets d'échelle, et ainsi d'étudier les différentes manières dont la production peut s'accroître pour des activités en réseau. Dans les activités liées à l'eau, les économies d'échelle importantes mais aussi la nécessité d'échanges continus d'eau potable entre les communes appellent au regroupement intercommunal des services. Nous proposons l'étude micro-économique et l'estimation d'une fonction de coût pour l'AEP. L'analyse empirique d'un échantillon de services d'eau dans le département de la Gironde nous permet de mesurer la valeur des rendements d'échelle à partir des estimations des paramètres de la fonction de coût. Nous montrons en particulier que les communes ont fortement intérêt à adhérer à un syndicat intercommunal. En revanche, les bénéfices d'un tel regroupement sont décroissants avec le nombre de communes et deviennent même négatifs (déséconomies d'échelle) à partir d'une certaine taille.

*GEA-ENGREF, 648 rue Jean-François Breton, BP 44494 - 34093 Montpellier Cedex 5, mél. : garcia@engref.fr.

1 Introduction

En France, ce sont les communes qui sont chargées de l'organisation des services publics d'Alimentation en Eau Potable (AEP) et d'assainissement. Cependant, elles ont eu très tôt la possibilité de se regrouper au sein de structures de coopération intercommunales : Syndicat Intercommunal à Vocation Unique (SIVU), Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple (SIVOM), communauté urbaine, district... En effet, la particularité du découpage territorial en France (actuellement 36 851 communes), les problèmes techniques et l'importance des investissements à réaliser, ont souvent amené les maires des municipalités à faire le choix du rapprochement pour une gestion moins coûteuse des services. Aussi, l'interconnexion des réseaux apparaît comme une nécessité lors de circonstances exceptionnelles telles qu'une pollution de la ressource ou une interruption de la distribution, afin d'assurer la continuité du service. Aujourd'hui, les différents regroupements réalisés ont permis de réduire le nombre de services de distribution d'eau potable à environ 13 500 (un peu plus pour l'assainissement).

Cependant, comme le fait remarquer la Cour des comptes dans son rapport sur la gestion des services publics locaux d'eau et d'assainissement de 1997¹, les structures intercommunales sont souvent mal organisées. En milieu rural, elles atteignent rarement la dimension optimale qu'exigerait une gestion efficace. Par ailleurs, les insuffisances de l'organisation administrative entraînent des coûts supplémentaires. De plus, le regroupement de collectivités urbaines et de communes rurales qui ont parfois des modes de gestion différents n'est pas toujours facile.

Suite à la multiplication des structures intercommunales (techniques) et au développement déséquilibré observé au détriment des villes, la loi Chevènement du 12 juillet 1999 permet de structurer les regroupements d'agglomération (communauté d'agglomération) pour favoriser leur développement économique et social. Cette loi prévoit en outre la transformation de certains regroupements de communes et la disparition des districts au plus tard au 1er janvier 2002. Avant cette date, l'article 52 autorise les districts de plus de 500 000 habitants, d'un seul tenant et sans enclave, à se transformer en communauté d'agglomération.

En Belgique, les intercommunales, personnes de droit public, sont particulièrement importantes dans le secteur de l'eau. En Angleterre, ce sont des organismes publics de niveau régional calqués géographiquement sur les bassins versants qui sont en charge de l'organisation de la distribution d'eau. En Italie, c'est la région qui définit les cadres territoriaux optimaux de la gestion de l'eau. Dans tous les cas, l'objectif est d'exploiter au maximum les économies d'échelle présentes dans le secteur afin

¹Le rapport (résumé) est consultable sur le site internet de la Cours des Comptes à l'adresse suivante : <http://www.ccomptes.fr/Cour-des-comptes/publications/rapports/eau/cdc72.htm>.

de trouver la taille efficace (en termes de minimisation des coûts moyens) pour les services d'eau.

Nous proposons dans ce document une étude micro-économique et l'estimation d'une fonction de coût pour l'AEP. Notre objectif est d'analyser de façon détaillée la technologie de production à partir de variables techniques de réseau et d'évaluer les effets de leur variation. Cette approche nous permet d'apporter des indications utiles sur la performance des réseaux des services existants en réponse aux variations de la demande d'eau. Nous définissons cette performance en termes d'élasticités de coût par rapport à la production, à la taille du service et aux infrastructures de stockage et de pompage, ainsi qu'au nombre d'abonnés branchés sur le réseau d'eau. En outre, les mesures d'économies d'échelle qui dépendent notamment du nombre de communes desservies par le service d'eau nous permettent d'étudier la pertinence du regroupement de ces communes au sein d'un syndicat des eaux. Dans la section 2 de ce document, nous mettons en avant les spécificités technologiques et économiques du secteur de l'eau afin d'identifier les variables explicatives des coûts de production. Nous définissons ensuite les différentes mesures de rendements d'échelle dans notre cadre d'analyse des services d'AEP. La section 3 indique les différentes étapes de notre étude empirique, de la description des données à l'exposition des résultats obtenus. Enfin, la dernière section conclut cette étude.

2 Modélisation économique

2.1 La technologie de l'AEP

Le secteur de l'eau possède des caractéristiques similaires à celles d'autres activités industrielles en réseau (l'énergie, les télécommunications, les transports). Dans la plupart des pays, ces entreprises doivent remplir des obligations de service public. Le secteur de l'eau se présente comme un marché de nature monopolistique au moins pour une partie de ses activités. Le transport et la distribution de l'eau potable engendrent des coûts fixes élevés du fait principalement de l'importance des infrastructures de réseau. La spécificité des actifs c'est-à-dire l'impossibilité de réutilisation des canalisations et des autres équipements à d'autres fins commerciales donne à ces coûts fixes un caractère irréversible. De plus, la construction de réseaux parallèles est tout à fait irréaliste et constitue une véritable barrière à l'entrée pour un concurrent éventuel, ce qui confère au secteur une nature monopolistique non-contestable. La présence d'économies d'échelle provenant de l'existence de ces coûts fixes et de la nature du transport propre à ce secteur (canalisations et possibilités d'interconnexion) achève de démontrer que le coût de production minimal du bien ne peut être atteint que lorsqu'il est produit par une seule entreprise. Par ailleurs, l'eau est un produit lourd dont le transport est coûteux et

le stockage difficile. En outre, les exigences de qualité nécessitent une certaine proximité entre les lieux de production et de consommation. La distribution de l'eau potable est donc un service qui a naturellement incombé aux collectivités locales en France.

Les objectifs généraux du service d'eau potable sont de produire une eau de bonne qualité à partir d'une eau brute pouvant nécessiter un traitement et de la mettre à disposition des usagers en s'adaptant en permanence à leur demande et en préservant la qualité de l'eau durant son séjour dans le réseau. Les coûts d'exploitation (coûts variables en fonction de la production) du service proviennent donc de toutes les opérations ayant trait à la desserte en eau potable depuis le prélèvement dans le milieu naturel jusqu'au robinet de l'utilisateur².

L'environnement dans lequel le service évolue explique en grande partie les différences de coûts (et de prix) observés entre différents réseaux d'eau. L'eau potable est produite à partir d'eaux brutes souterraines ou de surface. L'eau issue d'une nappe souterraine engendre des coûts plus importants de forage et de pompage alors que les coûts de traitement sont d'ordinaire plus conséquents pour les eaux de surface. Par ailleurs, les coûts variables peuvent être également très différents lors de la phase de distribution, car ils dépendent de façon cruciale de la taille des zones desservies et de leur densité en population.

L'AEP peut donc être séparée en deux activités de production : la production d'eau potable proprement dite et la distribution de cette eau vers différentes catégories d'usagers. Le volume d'eau potabilisé a alors deux destinations possibles. La vente en gros à d'autres services d'eau potable est une première possibilité si les ressources du service le permettent. La seconde (la mission première du service) est la vente d'eau à différents usagers dans l'aire desservie (ménages, entreprises privées, structures publiques...). Cependant, une partie de ce volume d'eau mis en distribution dans le réseau n'atteint pas sa destination, principalement à cause de pertes dues à des ruptures de conduites ou des joints fuyants.

Cette dernière spécificité doit être prise en compte car les coûts de production et de distribution dépendent fortement de l'état du réseau. Le taux de rendement de réseau calculé comme le ratio du volume facturé aux usagers et du volume mis en distribution est un indicateur important pour les ingénieurs et une variable de décision cruciale pour les gestionnaires du service. Garcia et Thomas (2001) soulignent l'existence d'économies de coût substantielles selon que l'exploitant choisit d'accroître la production d'eau potable tout en maintenant l'état du réseau inchangé ou bien de réparer les fuites sans extraire davantage d'eau. Par ailleurs, Garcia et Thomas (2002) montrent qu'en raison

²Voir Garcia et Thomas (2001) pour une présentation plus détaillée de cette technologie.

de la non-observabilité des coûts de production d'eau potable et de maintenance du réseau de distribution lorsque la collectivité locale délègue l'exploitation du service public à un opérateur privé, elle doit autoriser ce dernier à "produire" un niveau de pertes d'eau supérieur au niveau optimal d'information complète (connaissance commune des coûts de production).

2.2 Les coûts d'AEP

La modélisation et l'estimation de fonctions de coût ainsi que l'étude de l'effet du type de propriété (public ou privé) des services d'eau sur leur efficacité sont des sujets qui ont été traités par un certain nombre d'articles de recherche empirique depuis plusieurs années³. Plus récemment, Estache et Rossi (1998) présentent les estimations de frontières de coût dans le but de mesurer l'efficacité productive des compagnies publiques et privées chargées de la distribution de l'eau potable dans la région d'Asie et du Pacifique. Par ailleurs, Saal et Parker (2000) étudient l'impact de la privatisation et de la régulation économique et environnementale sur la performance économique des services d'eau en Grande-Bretagne à partir d'une fonction de coût multi-produits (AEP et assainissement).

D'après les diverses études réalisées sur le sujet et la description que nous avons faite de la technologie plus haut, nous pouvons identifier plusieurs déterminants importants des coûts d'exploitation :

- les prix des facteurs de production (w),
- le volume d'eau consommé (V_c),
- le volume d'eau perdu (V_p), le taux de rendement (rdt) ou bien le taux de perte du réseau (pt),
- le nombre d'abonnés desservis ($Abon$),
- la longueur du réseau ($Long$),
- d'autres variables représentant le capital : capacité de production ($Prod$), capacité de stockage ($Stoc$), capacité de pompage ($Pomp$),
- le nombre de communes desservies (Com),
- l'origine des eaux brutes (EB),
- la topographie de la zone de distribution ($Topo$),
- le type de traitement de potabilisation ($Trait$).

La fonction de coût variable de court terme mesure les coûts d'exploitation minimum supportés par le service d'eau en fonction des volumes de production et compte tenu des prix des facteurs de

³Voir Crain et Zardkoohi (1978), Bruggink (1982), Feigenbaum et Teeple (1983), Teeple et Glyer (1987), Raffiee, Narayanan, Harris, Lambert, et Collins (1993), Bhattacharyya, Parker, et Raffiee (1994), Bhattacharyya, Harris, Narayanan, et Raffiee (1995).

production et d'autres variables techniques. Elle peut s'écrire de la façon suivante :

$$CV = CV(w, V_c, V_p; Abon, Long, Prod, Stoc, Pomp, Com, EB, Topo, Trait), \quad (1)$$

où CV représente les coûts variables (minimum). Nous avons choisi d'étudier une fonction de coût variable (de court terme) plutôt qu'une fonction de coût total (de long terme, incluant les coûts de capital) d'abord parce que, comme cette dernière, elle contient la même information que le processus de production d'origine. Ensuite, notre période d'observation étant très courte (quatre années, voir la description de l'échantillon plus loin), une fonction de coût total faisant l'hypothèse que tous les facteurs (y compris le capital) peuvent s'ajuster instantanément, serait une mauvaise spécification. Par ailleurs, la nature des contrats peut nous conforter dans ce choix. Dans le cas d'affermage, l'exploitant n'ayant pas la construction des infrastructures à réaliser mais seulement à assurer les travaux de maintenance, il est davantage probable que son programme se résume à minimiser ses coûts d'exploitation étant donné le capital en place et son état de vétusté.

2.3 Les rendements de réseau

L'AEP mais aussi l'assainissement, la collecte et le traitement des déchets sont organisés en réseau à l'échelle des collectivités locales. La notion de réseau évoque à la fois des définitions techniques et économiques. Nous nous efforçons de tenir compte de ces deux aspects dans notre analyse. Pour l'ingénieur, le réseau d'eau est d'abord un ensemble d'interconnexions de canalisations dont le but est de transporter de l'eau d'un point d'origine (lieu de prélèvement) vers un point final (les usagers). C'est aussi tout le processus de transformation qui s'opère entre ces deux points. La morphologie du réseau et les problèmes qui s'y rapportent (essentiellement de transmission) est le sujet de préoccupation de l'ingénieur. L'économiste s'intéresse aux caractéristiques économiques de l'activité en réseau. Le réseau est considéré comme un mode d'intermédiation entre des fournisseurs et des consommateurs du bien "eau". Selon son point de vue, un réseau conçu de manière efficace est celui qui minimise l'ensemble des coûts de production. La mesure de performance de la gestion des services va donc dépendre de manière cruciale à la fois des caractéristiques physiques et de l'organisation économique des réseaux.

La mesure des rendements d'échelle est très utilisée dans l'analyse micro-économique de la production pour identifier l'origine d'éventuelles économies de coût à réaliser. La définition classique à partir de la relation entre l'accroissement proportionnel des facteurs de production et l'accroisse-

ment de la production est équivalente à celle entre l'accroissement de la production et celle des coûts moyens que nous allons utiliser (Hanoch (1975)).

Élasticités de coût et économies d'échelle. À partir de la fonction de coût variable établie plus haut, nous pouvons définir le coût variable moyen (CVM) comme le coût de production par unité produite (coût unitaire). Il est égal au coût variable divisé par la quantité produite Q :

$$CVM = \frac{CV}{Q}.$$

Le coût marginal (Cm) mesure le coût de la dernière unité produite. Il se définit comme le rapport entre l'augmentation du coût de production et l'augmentation de la production. Pour de petites variations, on calcule le coût marginal en dérivant la fonction de coût par rapport à la quantité de production :

$$Cm = \frac{dCV}{dQ}.$$

Lorsque le coût moyen est décroissant, on dit que l'entreprise peut réaliser des économies d'échelle : augmenter la production permet de réduire le coût unitaire. Inversement lorsque le coût moyen est croissant, il y a des déséconomies d'échelle.

L'élasticité de coût par rapport à la production permet d'évaluer les rendements d'échelle. En effet, elle mesure la variation relative des coûts variables par rapport à la variation relative de la production. Elle se réduit au rapport du coût marginal et du coût variable moyen :

$$\varepsilon_Q = \frac{\frac{dCV}{CV}}{\frac{dQ}{Q}} = \frac{dCV}{dQ} \frac{Q}{CV} = \frac{Cm}{CVM}.$$

Si l'inverse de l'élasticité de coût est supérieur à 1, la structure de production de l'entreprise présente des économies d'échelle. Lorsque la valeur de l'élasticité de coût est 1, alors toutes les économies d'échelle potentielles ont été réalisées et il existe une taille optimale (ou efficace) de production Q^* .

L'AEP étant organisée en réseau, il est possible d'affiner et d'adapter les notions de rendements d'échelle de la littérature économique (voir Roberts (1986)). Dans notre cas, l'intérêt de l'étude des rendements de réseau est de déterminer les effets sur les coûts de production de données propres à la configuration du réseau. L'inclusion de variables comme le nombre d'abonnés nous permet de faire la distinction entre rendements de densité et rendements d'échelle⁴ et de prendre en compte

⁴Voir Caves, Christensen, et Tretheway (1984) qui ont fait cette distinction dans l'industrie du transport aérien.

les différentes manières dont la production peut s'accroître. Nous allons donc définir en plus des élasticités d'échelle (EE), les élasticités de densité de production (EDP) et les élasticités de densité d'usagers (EDU). Nous faisons également la distinction entre les effets d'échelle à court terme et à long terme à partir de la fonction de coût variable⁵.

Économies de densité de production (EDP). On parle d'économies de densité de production lorsque les coûts variables moyens diminuent quand la production augmente à taille de réseau et nombre d'abonnés inchangés (c'est-à-dire lorsque la quantité produite par abonné s'accroît). À court terme, le capital physique étant fixe, il n'est pas possible d'ajuster les infrastructures aux modifications de la demande des usagers. Ainsi, l'élasticité de densité de production de court terme (EDP_{CT}) s'écrit :

$$EDP_{CT} = \frac{1}{\varepsilon_{V_c} + \varepsilon_{V_p}}, \quad (2)$$

où ε_{V_c} et ε_{V_p} représentent respectivement l'élasticité de coût par rapport aux volumes consommés V_c et perdus V_p . Lorsque EDP_{CT} est supérieur, égal ou inférieur à 1, les rendements de densité de production de court terme sont respectivement croissants, constants ou décroissants.

Sur une période plus longue, il peut être nécessaire d'ajuster la capacité des ouvrages de production⁶. Notons $Prod$ la capacité de production et ε_{Prod} l'élasticité de coût par rapport à cette variable. Dans ce cas, l'élasticité de densité de production (EDP) peut être définie en termes de coûts variables de la façon suivante :

$$EDP = \frac{1 \Gamma \varepsilon_{Prod}}{\varepsilon_{V_c} + \varepsilon_{V_p}}. \quad (3)$$

Lorsque EDP est supérieur, égal ou inférieur à 1, les rendements de densité de production sont respectivement croissants, constants ou décroissants.

Économies de densité d'usagers (EDU). Un service en réseau qui voit ses coûts variables moyens diminuer lorsqu'il augmente sa production pour satisfaire la demande de nouveaux usagers (à taille de réseau inchangée et donc quantité produite par usager constante) exploite des économies

⁵Pour le long terme, comme Caves, Christensen, et Swanson (1981), on calcule les élasticités de coût au niveau de capital observé. Dans ce cas, à l'instar de Panzar (1989), on se défend de qualifier nos mesures de rendements de long terme, à moins de montrer que l'état actuel du réseau et des infrastructures est optimal ou bien que la technologie est homothétique, c'est-à-dire si les ratios des facteurs de production sont constants et indépendants du niveau de production et des facteurs fixes.

⁶En revanche, nous ferons l'hypothèse que les variations de quantité d'eau demandée ne sont pas suffisamment importantes pour envisager de modifier la capacité des réservoirs.

de densité d'usagers. Nous supposons qu'à court terme le branchement de nouveaux usagers ne se fait pas brutalement et donc que le réseau est bien dimensionné pour répondre à cet accroissement de la demande. En prenant en compte le nombre d'abonnés ($Abon$) comptabilisés sur le réseau et en définissant ε_{Abon} l'élasticité de coût par rapport à cette variable, l'élasticité de densité d'usagers de court terme (EDU_{CT}) s'écrit :

$$EDU_{CT} = \frac{1}{\varepsilon_{V_c} + \varepsilon_{V_p} + \varepsilon_{Abon}}. \quad (4)$$

Lorsque EDU_{CT} est supérieur, égal ou inférieur à 1, les rendements de densité d'usagers de court terme sont respectivement croissants, constants ou décroissants.

Cependant, les réseaux d'eau dépendent fortement des caractéristiques géographiques et donc de la pression mise en jeu pour faire circuler l'eau. Il en résulte que lorsqu'un nouveau groupe d'usagers est connecté, le service de distribution d'eau potable doit prendre en compte la configuration présente du réseau⁷. L'ajustement des capacités de production $Prod$, de pompage $Pomp$ et de stockage $Stoc$ peut être alors nécessaire. Notons ε_{Prod} , ε_{Stoc} et ε_{Pomp} les élasticités de coût associées à ces variables, l'élasticité de densité d'usagers (EDU) est alors définie de la façon suivante :

$$EDU = \frac{1 \Gamma \varepsilon_{Prod} \Gamma \varepsilon_{Stoc} \Gamma \varepsilon_{Pomp}}{\varepsilon_{V_c} + \varepsilon_{V_p} + \varepsilon_{Abon}}. \quad (5)$$

Lorsque EDU est supérieur, égal ou inférieur à 1, les rendements de densité d'usagers sont respectivement croissants, constants ou décroissants.

Économies d'échelle (EE). Les rendements d'échelle mesurent la variation des coûts variables moyens lorsque la production augmente avec la taille du réseau et le nombre d'abonnés (la quantité produite par usager et la densité d'usagers restent inchangées). Typiquement, les communes se regroupent pour exploiter des économies d'échelle. Dans ce cas, un accroissement de la production dû à un accroissement du nombre de communes (et donc du nombre d'abonnés) gérées au sein d'un même service entraîne une diminution des coûts variables moyens.

Notons que pour définir la mesure des élasticités d'échelle, il serait sans grand intérêt de regarder le cas où le capital n'est pas modifié car le regroupement de plusieurs communes ne peut se faire sans le cumul des capacités d'infrastructure. Ici, lorsque nous prenons en compte des variations dans

⁷S'il s'agit du branchement d'un petit nombre d'usagers, le réseau ayant été dimensionné normalement en prévision de nouveaux branchements, il n'y a pas de problèmes de pression. En revanche, dans le cas de raccordement d'un lotissement par exemple, un aménagement peut être nécessaire comme l'ajout de surpresseurs entraînant des coûts supplémentaires si le service n'a pas prévu de telles modifications.

le stock de capital, il ne s'agit pas de construire de nouvelles d'infrastructures mais bien la mise en commun comptable du capital installé.

Les élasticités de coût par rapport aux différentes variables de réseau (nombre d'abonnés, nombre de communes, capacités de production, stockage, pompage et longueur de réseau) ε_{Abon} , ε_{Com} , ε_{Prod} , ε_{Stoc} , ε_{Pomp} , ε_{Long} nous permettent de calculer l'élasticité d'échelle (EE) :

$$EE = \frac{1 \Gamma \varepsilon_{Prod} \Gamma \varepsilon_{Stoc} \Gamma \varepsilon_{Pomp} \Gamma \varepsilon_{Long}}{\varepsilon_{V_c} + \varepsilon_{V_p} + \varepsilon_{Abon} + \varepsilon_{Com}}. \quad (6)$$

Lorsque EE est supérieur, égal ou inférieur à 1, les rendements d'échelle sont respectivement croissants (économies d'échelle), constants ou décroissants.

3 L'étude empirique

3.1 Description de l'échantillon de services d'eau

Nous n'utiliserons pas toutes les variables spécifiées dans la fonction de coût (1), soit parce que les données n'étaient pas disponibles (c'est le cas pour la variable de topographie), soit parce que la variabilité n'était pas assez importante pour avoir un effet significatif (eaux brutes, traitement).

Notre base de données est composée de 188 observations concernant 47 services communaux ou syndicaux sur les années 1995, 1996, 1997 et 1998. Il s'agit de services de distribution d'eau potable de la région de Bordeaux, délégués à des entreprises privées sous contrat d'affermage : Lyonnaise des eaux (SLE), Générale des eaux (Vivendi-CGE), CISE, SAUR, Electricité Service Gironde (ESG) et SOGEDO. Dans l'échantillon d'origine, nous avons deux services directement gérés par la collectivité et 4 autres sous une forme de contrat très peu courant (appelé régie sans nom). Nous avons préféré les enlever car leur poids était trop peu important par rapport à la totalité des observations et il n'aurait pas été possible d'en tenir compte dans la fonction de coût.

Ces données sont principalement issues des rapports réalisés par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) de Gironde à partir des comptes-rendus techniques et financiers établis annuellement par les délégataires. Ces rapports contiennent des informations sur les dépenses en facteurs de production, des renseignements techniques sur le réseau, ainsi que des données sur les volumes d'eau produits, distribués et facturés. Nous pouvons trouver également dans ces rapports les consommations d'électricité et les heures de travail fournies annuellement. Notre échantillon a été complété par une enquête que nous avons réalisée directement auprès des collectivités. De plus, le service commercial d'ESG nous a permis de consulter ses documents comptables et techniques.

Le volume d'eau produit et consommé (V_c) est la somme du volume facturé aux usagers et du volume vendu à d'autres services d'eau potable. Le volume perdu (V_p) est calculé comme la différence entre le volume mis en distribution et le volume effectivement vendu aux usagers. Toutes ces quantités d'eau sont exprimées en m^3 et pour une année. Le taux de rendement (rdt) est lui calculé comme le rapport entre le volume facturé aux usagers et le volume mis en distribution. Il n'est pas inutile de rappeler ici que les volumes produits, distribués et vendus diffèrent, et parfois dans des proportions importantes. En effet d'après l'OIEAU, selon la qualité du réseau, le volume d'eau perdu par les fuites peut varier entre 10% et 50% de la production.

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

La quantité de travail est définie comme le nombre d'heures de travail sur l'année. Le prix du travail horaire (salaire, charges et autres dépenses) (w_L) exprimé en francs/heure est obtenu en divisant les dépenses en salaires et charges de personnel par la quantité de travail effectuée. Le prix de l'électricité (w_E) est défini comme le rapport entre les dépenses en électricité et la consommation annuelle d'énergie et a donc comme unité des francs/ kWh . Les dépenses en matériels sont composées de plusieurs catégories de coûts assez hétérogènes regroupant des lignes comptables aussi diverses que achats et stocks, travaux et réparations, sous-traitance, etc. 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 pour le facteur matériel comme un coût unitaire par m^3 d'eau potable produit⁸.

Dans notre modèle de coût, nous avons introduit des variables techniques comme le nombre d'abonnés desservis ($Abon$) et le nombre de communes rattachées au service de distribution (Com ⁹). Les variables représentant le capital sont : la longueur du réseau ($Long$) exprimée en kilomètres, la capacité de production ($Prod$) en m^3 /heure, la capacité de stockage ($Stoc$) en m^3 et la capacité de pompage ($Pomp$) en m^3 /heure. De plus, nous avons à notre disposition les prix unitaires ($Prix$) facturés aux usagers pour l'eau potable, ainsi que l'abonnement ($Fixe$) du tarif binôme. Les statistiques descriptives des différentes variables citées figurent dans le tableau 1.

⁸Le prix du facteur matériel est simplement défini comme la somme de différentes dépenses (achats et stocks, sous-traitance...) divisée par le volume d'eau produit. L'unité est donc le franc/ m^3 .

⁹La variable Com prend des valeurs supérieures à un dans le cas d'un syndicat intercommunal.

TAB. 1 – Statistiques descriptives de l'échantillon

Variable	Unité	Moy. arith.	Moy. géo.	Écart-type	Minimum	Maximum
<i>CV</i>	Francs	1 394 372	926 898	1 674 669	134 566	10 210 000
<i>CF</i>	Francs	294 117	181 651	410 854	7 000	2 535 000
<i>S_L</i>	%	46	44	15	17	67
<i>S_E</i>	%	10	9	4	2	30
<i>S_M</i>	%	44	42	15	10	75
<i>w_L</i>	Francs/heure	196,13	195,89	9,74	158,35	221,48
<i>w_E</i>	Francs/kWh	0,49	0,46	0,22	0,15	1,70
<i>w_M</i>	Francs/m	1,24	1,15	0,46	0,26	2,67
Production	<i>m</i>	532 343	201 536	724 719	0	4 278 094
Distribution	<i>m</i>	541 831	336 305	722 136	38 824	4 278 094
<i>V_c</i>	<i>m</i>	397 193	252 311	510 383	31 755	3 177 604
<i>V_p</i>	<i>m</i>	148 981	82 147	220 541	4 279	1 258 316
<i>rdt</i>	%	74	74	8	49	90
<i>Abon</i>	—	2 876	1 897	3 249	257	17 210
<i>Com</i>	—	5	3	7	1	34
<i>Long</i>	<i>Km</i>	145	96	160	9	889
<i>Prod</i>	<i>m</i> /heure	224	134	227	0	1 380
<i>Stoc</i>	<i>m</i>	1 652	890	2 037	0	10 500
<i>Pomp</i>	<i>m</i> /heure	332	176	402	0	2 300
<i>Prix</i>	Francs	2,36	2,08	1,05	0,10	6,40
<i>Fixe</i>	Francs	175,67	158,23	83,58	60,00	432,26

Notes : 47 individus étudiés sur 4 années, soit 188 observations.

Moy. arith. et Moy. géo. signifient respectivement moyenne arithmétique et moyenne géométrique.

3.2 L'analyse économétrique des coûts d'AEP

Nous utilisons l'approximation de second ordre translog (Christensen, Jorgenson, et Lau (1971, 1973)) pour estimer la fonction de coût car c'est une forme fonctionnelle flexible reconnue dans la littérature de l'économétrie appliquée lorsqu'il s'agit de dériver les notions d'élasticité sur les coûts et les prix. On peut l'écrire sous la forme suivante :

$$\ln(CV) = A_0 + \sum_i A_i \ln w_i + \sum_j B_j \ln V_j + \sum_u C_u \ln K_u + \sum_r D_r \ln Z_r + \text{termes croisés.} \quad (7)$$

Les variables w représentent les prix des facteurs de production, V les volumes d'eau produits, K les variables représentant le capital et Z les autres variables de réseau. Les paramètres à estimer sont : A_0 , A_i , B_j , C_u , D_r et ceux relatifs aux termes croisés.

Plusieurs propriétés assez techniques doivent être vérifiées, il est possible d'avoir plus de détails dans les articles de Garcia et Thomas (2001) ou Garcia (2002). Par ailleurs, pour accroître l'efficacité de nos estimations, nous utiliserons comme information supplémentaire la régression des demandes de facteurs de production. Là aussi, le lecteur intéressé peut se reporter aux articles cités ci-dessus.

3.3 L'estimation des paramètres du modèle de coût

Le système d'équations à estimer est composé de la fonction de coût variable CV et des parts de coût de l'énergie S_E et du matériel S_M . Parce que la spécification utilisée pour la fonction de coût met en jeu de nombreux termes et donc beaucoup de paramètres à estimer, nous reportons seulement dans le tableau 2, les estimations des coefficients des termes de premier ordre. De plus, l'estimation de la fonction avec comme point de référence la moyenne des observations, nous permet d'interpréter directement les paramètres associés à ces variables comme les élasticités de coût. Par exemple, l'estimation d'élasticité de coût par rapport au volume consommé s'interprète de la façon suivante : un accroissement de 1% du volume d'eau consommé V_c entraîne une augmentation des coûts d'exploitation de 0,49%, toutes choses étant égales par ailleurs. Ces estimations montrent que la production d'un m^3 supplémentaire d'eau potable entraîne une augmentation des coûts d'exploitation, mais avec un taux de croissance moindre suggérant ainsi l'existence d'effets d'échelle bénéfiques financièrement.

TAB. 2 – Les paramètres estimés du modèle de coût

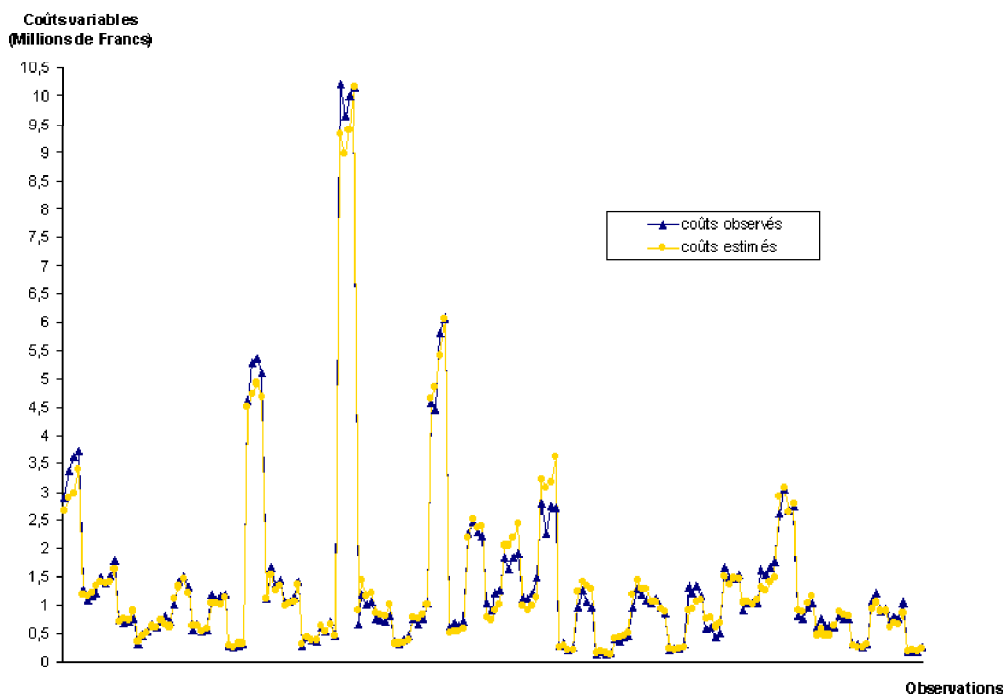
Paramètre	Variable	Estimation	Écart-type
A	Constante	8,4277(***)	0,0472
A_e	w_E	0,0954(***)	0,0023
A_m	w_M	0,4460(***)	0,0056
B_c	V_c	0,4867(***)	0,0432
B_p	V_p	0,2007(***)	0,0128
C_{lon}	<i>Long</i>	-0,1106	0,0912
C_{pro}	<i>Prod</i>	-0,0363	0,0432
C_{sto}	<i>Stoc</i>	0,1121(**)	0,0441
C_{pom}	<i>Pomp</i>	-0,0322	0,0307
D_{ab}	<i>Abon</i>	0,2393(***)	0,0726
D_{com}	<i>Com</i>	0,0222	0,0605
R		0,9607	

Notes : H=47, T=4, nombre d'observations = 188.

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

Nous utilisons comme procédure d'estimation la méthode des moments généralisée (GMM, Hansen (1982)) appliquée aux données de panel avec l'utilisation de variables instrumentales pour pallier les problèmes éventuels d'endogénéité. Le coefficient de détermination ajusté \bar{R}^2 de l'équation de coût est égal à 0,9607, ce qui signifie que le modèle de coût a un pouvoir explicatif de 96%. Nous reportons sur la figure 1, les coûts variables observés et nos prédictions pour avoir une vue d'ensemble de l'excellent ajustement de notre modèle de coût aux données.

FIG. 1 – Ajustement de la fonction de coût aux données



3.4 Évaluation des rendements de densité et d'échelle

L'étude de la flexibilité des coûts nous permet d'analyser la performance des services de notre échantillon de façon détaillée, en s'appuyant sur la technologie spécifique des réseaux d'AEP. Notre modèle de coût prend en compte deux caractéristiques importantes des services d'alimentation en eau potable : le nombre d'utilisateurs ($Abon$) et le nombre de communes (Com) rattachées à la même unité de distribution. Il inclut également plusieurs variables ($Long$, $Prod$, $Stoc$, $Pomp$) mesurant l'importance du capital dans la fonction de coût. Nous pouvons ainsi faire une extension de l'analyse des rendements d'échelle en introduisant, comme cela est décrit dans la section précédente, les notions de rendements de densité qui sont propres aux industries de réseaux.

Dans le tableau 3, nous avons reporté les estimations des différentes notions de rendements (les écarts-types permettent de mesurer leur niveau de confiance). Le but de notre travail est de tester si ces valeurs sont différentes de 1 (rendements constants). Les résultats des tests indiquent que, pour un service moyen, les rendements de densité de production sont significativement croissants et qu'il existe des économies d'échelle pour le service moyen. En revanche, les rendements de densité d'utilisateurs sont constants.

TAB. 3 – Estimations des rendements de réseau pour le service moyen

Élasticité	Estimation	Écart-type
EDP_{CT}	1,4546	0,1071
EDP_{LT}	1,5075	0,1170
EDU_{CT}	1,0790	0,0732
EDU_{LT}	1,0320	0,0860
EE	1,1244	0,0594

CT et LT signifient respectivement court et long termes, EDP élasticité de densité de production, EDU élasticité de densité d’usagers et EE d’élasticité d’échelle.

Nous voulons des interprétations des estimations pour des services de taille différente afin d’évaluer la taille efficiente d’un service d’eau à partir de nos données. Pour cela nous avons recalculé les rendements en classant les services par rapport au volume d’eau produit par abonné. Cela nous permet de comparer la valeur des rendements estimés par rapport à la densité de production. La partie haute du tableau 4 présente également les résultats d’estimation des élasticités de densité d’usagers et d’échelle suivant ce classement.

Les valeurs obtenues indiquent que les élasticités de densité de production sont significativement supérieures un, à la fois sur le court et le long terme, avec des valeurs particulièrement élevées (respectivement 2,07 et 2,08) pour les volumes d’eau par abonné les plus faibles. Les rendements d’échelle sont également significativement croissants. Ces économies d’échelle décroissent avec la densité de production indiquant ainsi que les services dont les abonnés consomment le moins d’eau ont le plus de bénéfice à retirer d’un rapprochement avec d’autres communes au sein d’un même service.

Pour connaître l’impact de la densité d’usagers sur les coûts, nous avons classé les services par rapport au nombre d’abonnés desservis au kilomètre. Comme cela peut être vu dans la partie centrale du tableau 4, les estimations indiquent des rendements de densité d’usagers constants lorsque le nombre d’abonnés au kilomètre est faible. Les rendements deviennent ensuite croissants (mais non significatifs) avec la concentration des abonnés. Cette tendance semblerait signifier qu’une zone à densité de population élevée (zone urbaine) est davantage en mesure d’accueillir de nouveaux abonnés que les zones moins peuplées, en particulier à long terme (valeur de l’élasticité de 1,44 pour un écart-type de 0,22). Il est intéressant de noter que l’on observe pour les densités d’usagers les plus élevées, les élasticités de densité de production les plus fortes (2,55 et 2,86 respectivement à court terme et long terme), indiquant également une meilleure capacité pour ces services à accroître leur distribution d’eau par abonné. En outre, on observe des rendements d’échelle significativement croissants à partir

TAB. 4 – Estimations des élasticités de densité et d'échelle

Services classés par volume d'eau mis en distribution ($m / Abon$)						
	[126; 150]		[154; 192]		[196; 276]	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT
EDP	2,0669	2,0825	1,2442	1,3539	1,4898	1,5364
	(0,3464)	(0,3675)	(0,0870)	(0,1159)	(0,1569)	(0,1689)
EDU	1,1016	1,1450	1,0135	0,9313	1,1175	1,1334
	(0,0931)	(0,1033)	(0,0691)	(0,0690)	(0,1148)	(0,0977)
EE	1,2211		1,1136		1,1175	
	(0,1510)		(0,0512)		(0,0446)	
Services classés par nombre d'abonnés au kilomètre ($Abon / Km$)						
	[6; 20]		[21; 29]		[30; 50]	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT
EDP	1,2036	1,1000	1,4003	1,5436	2,5518	2,8649
	(0,0878)	(0,0992)	(0,1221)	(0,1827)	(0,5360)	(0,6444)
EDU	0,9792	0,7983	1,2008	1,1470	1,3019	1,4423
	(0,1012)	(0,0615)	(0,1274)	(0,1159)	(0,2000)	(0,2239)
EE	0,9973		1,1795		1,4005	
	(0,0440)		(0,0770)		(0,2658)	
Services classés par nombre de communes desservies						
	1 commune		2 à 6 communes		+ de 6 communes	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT
EDP	1,7466	1,6591	1,3491	1,6685	1,2211	1,0955
	(0,1901)	(0,2264)	(0,1169)	(0,1606)	(0,1502)	(0,1735)
EDU	1,1008	1,0660	0,9686	1,0859	1,3005	0,8433
	(0,1002)	(0,0724)	(0,0661)	(0,0864)	(0,2605)	(0,0908)
EE	1,1471		1,2070		0,8831	
	(0,1357)		(0,0565)		(0,0837)	

Notes : Toutes les élasticités sont calculées à la moyenne du sous-échantillon des variables.
CT et LT signifient respectivement court et long termes.

d'une certaine densité d'utilisateurs (21 abonnés au kilomètre). Il y aurait donc des économies de coût non exploitées à accroître la taille du regroupement lorsque les zones de desserte sont à densités plus élevées.

Nous avons finalement classé les services selon le nombre de communes desservies par la même unité de distribution : ceux composés d'une seule commune, les syndicats regroupant jusqu'à six communes et enfin ceux qui ont plus de six communes sous la même exploitation. Nous pouvons ainsi avoir une idée de l'évolution des rendements d'échelle en fonction de la taille du service d'eau et d'en conclure à une taille efficace de regroupement. Les résultats reportés dans la partie inférieure du tableau 4 révèlent qu'il est toujours profitable aux communes de se regrouper, mais jusqu'à une certaine taille. Pour les services communaux, il existe des économies d'échelle élevées avec une élasticité estimée à 1,15. Il en est de même pour les services comprenant jusqu'à six communes. Cependant, pour des regroupement de plus de six communes, la valeur estimée nous montre des déséconomies d'échelle mais non significatives. Cela indiquerait ainsi qu'il n'existe aucun gain voire

une perte économique à accroître indéfiniment la taille du syndicat.

4 Conclusion

Les “territoires” de la gestion de l’eau potable sont en pleine évolution depuis quelques années en France. Dans d’autres pays européens, la question de la taille géographique nécessaire pour les unités de distribution de l’eau est au centre des débats et des récentes réformes sur la gestion de l’eau. Quelle est la taille efficace qui permet d’assurer une gestion cohérente des ressources en eau et d’exploiter les effets d’échelle pour réaliser des économies de coût ? Cette taille efficace peut être atteinte par exemple grâce au regroupement de communes au sein d’établissements publics de coopération intercommunale. Mais comment savoir si le regroupement établi est optimal ?

Dans cet article, nous essayons d’apporter une analyse économique sur le problème complexe de l’intercommunalité en nous concentrant sur la question de l’efficacité des services d’eau en termes de coût. Pour cela, nous tentons de modéliser la technologie de production et de mise à disposition de l’eau potable. Cette modélisation se heurte à la complexité du processus de transformation du point de prélèvement de l’eau brute jusqu’au robinet de l’usager car elle est liée à la mise en œuvre de fonctions différentes et à l’exploitation d’infrastructures spécifiques. Elle est d’autant plus accentuée que le réseau d’eau potable n’a pas une physionomie unique et que l’hétérogénéité des services n’est pas toujours facile à retranscrire.

À partir d’un échantillon de services d’eau potable du département de la Gironde observés sur une période de 4 années et en évaluant l’élasticité de la fonction de coût, nous avons utilisé une procédure d’estimation permettant de mesurer les rendements d’échelle ainsi que d’autres rendements spécifiques aux réseaux d’eau potable. Nous obtenons plusieurs résultats qui doivent être pris avec précaution mais qui donnent des enseignements intéressants sur le plan de l’efficacité du service d’eau.

Les estimations des rendements d’échelle confirment l’idée selon laquelle les communes ont fortement intérêt à opérer un regroupement intercommunal pour exploiter les économies d’échelle. En revanche, cette profitabilité diminue lorsque le service grandit et devient même négative (déséconomies d’échelle) lorsque le syndicat regroupe plus de six communes. Nous montrons également que les services dont la consommation par abonné est faible ont des infrastructures permettant de répondre plus facilement à une augmentation de la demande par abonné, et ont le plus d’intérêt au regroupement des communes. Nous observons aussi que les services dont la densité d’usagers est la plus forte, retireraient le plus de bénéfice au regroupement et ont des capacités de production autorisant une augmentation de la distribution d’eau potable par usager.

Références

- BHATTACHARYYA, A., T. R. HARRIS, R. NARAYANAN, ET K. RAFFIEE (1995) : “Specification and Estimation of the Effect of Ownership on the Economic Efficiency of the Water Utilities,” *Regional Science and Urban Economics*, 25, 759–784.
- BHATTACHARYYA, A., E. PARKER, ET K. RAFFIEE (1994) : “An Examination of the Effect of Ownership on the Relative Efficiency of Public and Private Water Utilities,” *Land Economics*, 70(2), 197–209.
- BRUGGINK, T. H. (1982) : “Public versus Regulated Private Enterprise in the Municipal Water Industry : a Comparison of Operating Costs,” *Quarterly Review of Economics and Business*, 22(1), 111–125.
- CAVES, D. W., L. R. CHRISTENSEN, ET J. A. SWANSON (1981) : “Productivity Growth, Scale Economies, and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955–74,” *American Economic Review*, 71(5), 994–1002.
- CAVES, D. W., L. R. CHRISTENSEN, ET M. W. TRETHERWAY (1984) : “Economies of Density versus economies of Scale : why Trunk and Local Service Airline Costs Differ,” *Rand Journal of Economics*, 15(4), 471–189.
- CHRISTENSEN, L. R., D. W. JORGENSON, ET L. J. LAU (1971) : “Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function,” *Econometrica*, 39(4), 255–256.
- (1973) : “Transcendental Logarithmic Production Frontiers,” *Review of Economics and Statistics*, 55, 28–45.
- COUR DES COMPTES (1997) : “La Gestion des Services Publics Locaux d’Eau et d’Assainissement,” Rapport Public Particulier, n° 4327, Les éditions du Journal Officiel.
- CRAIN, W. M., ET A. ZARDKOOHI (1978) : “A Test of the Property-Rights Theory of the Firm : Water Utilities in the United States,” *Journal of Law and Economics*, 21(2), 395–408.
- DDAF GIRONDE (1995, 1996, 1997, 1998) : “Rapports Techniques et Financiers sur les Services d’Eau Potable Délégués en Gironde,” Documents Internes.
- ESTACHE, A., ET M. A. ROSSI (1998) : “Comparing the Performance of Public and Private Water Companies in Asia and Pacific Region — What a Stochastic Costs Frontier Shows,” Working Papers, *Infrastructure. Telecom, Power, Water* – World Bank.
- FEIGENBAUM, S., ET R. TEEPLES (1983) : “Public Versus Private Water Delivery : a Hedonic Cost Approach,” *Review of Economics and Statistics*, 64, 672–678.

- GARCIA, S. (2002) : “Rendements et Efficacité dans les Industries en Réseau : le Cas des Services d’Eau Potable délégués,” à paraître dans *Économie et Prévision*.
- GARCIA, S., ET A. THOMAS (2001) : “The Structure of Municipal Water Supply Costs : Application to a Panel of French Local Communities,” *Journal of Productivity Analysis*, 16(1), 5–29.
- (2002) : “Regulation of Public Utilities under Asymmetric Information : The Case of Municipal Water Supply in France,” *Current Issues in the Economics of Water Resource Management. Theory, Applications and Policies*, P. Pashardes, T. Swanson, A. Xepapadeas (eds.), Kluwer Academic Publishers, 195–217.
- HANOCH, G. (1975) : “The Elasticity of Scale and the Shape of Average Costs,” *American Economic Review*, 65(3), 492–497.
- HANSEN, L. (1982) : “Large Sample Properties of Generalized Method of Moment Estimators,” *Econometrica*, 50(4), 1029–1054.
- PANZAR, J. C. (1989) : “Technological Determinants of Firm and Industry Structure,” in *Handbook of Industrial Organisation*, vol. II, edited by R. Schmalensee, and R. D. Willig, Amsterdam : Elsevier Science Publishers B. V., 3–59.
- RAFFIIEE, K., R. NARAYANAN, T. R. HARRIS, D. LAMBERT, ET J. M. COLLINS (1993) : “Cost Analysis of Water Utilities : a Goodness-of-Fit Approach,” *Atlantic Economic Journal*, 21(3), 18–29.
- ROBERTS, M. J. (1986) : “Economies of Density and Size in the Production and Delivery of Electric Power,” *Land Economics*, 62(4), 378–387.
- SAAL, D. S., ET D. PARKER (2000) : “The Impact of Privatization and Regulation on the Water and Sewerage Industry in England and Wales : A Translog Cost Function Model,” *Managerial and Decision Economics*, 21(6), 253–268.
- TEEPLES, R., ET D. GLYER (1987) : “Cost of Water Delivery Systems : Specification and Ownership Effects,” *Review of Economics and Statistics*, 69, 399–407.