

HEC-UNIVERSITE DE LIEGE
Ecole de Gestion – Université de Liège

Modes d'Organisation et Distribution de l'eau :

Une Evaluation Empirique de la Performance par les Méthodes des
Frontières de Production

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en
Sciences Economiques et de Gestion (Option : Sciences Economiques)

Par **Patrick MANDE BUAFUA**

Jury :

Joseph THARAKAN (Président)

Antonio ESTACHE

Stéphane SAUSSIER

Pierre PESTIEAU

Sergio PERELMAN (Promoteur)

Axel GAUTIER (Co-Promoteur)

Juin 2014

Copyright©. Aux termes de la loi belge du 30 juin 1994, sur le droit d'auteur et les droits voisins, seul l'auteur a le droit de reproduire partiellement ou complètement cet ouvrage de quelque façon et forme que ce soit ou d'en autoriser la reproduction partielle ou complète de quelque manière et sous quelque forme que ce soit. Toute photocopie ou reproduction sous une autre forme est donc faite en violation de la dite loi et des modifications ultérieures.

A Marie-Claire

Résumé

Cette thèse est une contribution à l'analyse empirique de la performance (efficacité technique et effectivité) dans le secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne. Nous cherchons à répondre à la question de l'impact des modes d'organisation (participation du secteur privé, régulation et une combinaison de deux) sur l'amélioration de la performance dans ce secteur. Notre analyse s'appuie sur les données issues de la base des données de l'AICD pour la période 2000 à 2005.

Premièrement, grâce au modèle de Battese & Coelli (1995), nous calculons les scores d'efficacité technique et nous identifions les sources de l'inefficacité technique. L'approche PLP nous sert de technique complémentaire pour approfondir l'examen des élasticités d'échelle et du coût implicite des pertes d'eau sur le réseau pour chaque opérateur. En moyenne, les entreprises de l'échantillon sont techniquement inefficaces sur la période. Réguler par contrat de performance conduit à des scores d'efficacité technique plus élevés que réguler par agence. La participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service présente un effet positif sur l'efficacité technique. Il n'y a pas de preuve d'une différence significative entre l'efficacité technique des entreprises sous gestion publique régulées par contrat de performance ou par agence de régulation et celles avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation régulées par contrat de performance ou par agence de régulation. Les élasticités d'échelle sont, en moyenne, décroissantes. Le coût des pertes d'eau sur le réseau est évalué, en moyenne, à 4 travailleurs pour 100.000 m³ d'eau perdue. De plus, ce coût marginal a tendance à augmenter avec les niveaux de la qualité du réseau.

Deuxièmement, nous analysons notre question de recherche en prenant en compte la performance en termes d'effectivité. Nous nous appuyons sur la méthode DEA basée sur la procédure en double bootstrap (Simar & Wilson, 2007) en appliquant l'approche analytique, en 4 étapes, inspirée de Mbuvi *et al.*, (2012). Les résultats laissent entrevoir l'existence d'un problème d'ineffectivité plus élevé que celui d'inefficacité technique. Ainsi, les opérateurs ont besoin des ressources additionnelles pour atteindre 100% de leur effectivité. Réguler par contrat de performance conduit à une plus grande effectivité que réguler par agence de régulation. La variable relative à la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service a un effet négatif et significatif sur l'effectivité. Enfin, il n'y a pas de différence significative, en termes d'effectivité, entre les entreprises avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation régulées par agence ou par contrat de performance et celles publiques régulées par agence ou par contrat de performance.

Enfin, nous évaluons l'impact des variables institutionnelles sur les taux de couverture du service en utilisant les modèles à effets fixes. Nous nous attaquons à la question de l'endogénéité en utilisant le cadre proposé par Heckman (1978). Réguler par contrat de performance a un effet positif et significatif sur les taux de couverture. La participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service possède un effet négatif et significatif sur les taux de couverture du service. Combiner la gestion publique avec la régulation par agence ou par contrat de performance conduit à des taux de couverture du service plus élevés que combiner la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service avec la régulation par agence ou par contrat de performance.

Abstract

This thesis is a contribution to the empirical analysis of the performance -technical efficiency and effectiveness- in the water supply sector in Sub-Saharan Africa. Our research aims to answer to the question of the impact of types of organization (private sector participation in management or operations and regulation) on the performance of the water supply sector. Our study relies on data issued by Africa Infrastructure Country Diagnostic (AICD) during the 2000 to 2005 period.

Firstly, making use of the model of Battese & Coelli (1995), we assess the technical efficiency scores and we identify the determinants of technical inefficiency. In addition, using the PLP approach, we derive the elasticity of the production with respect to the inputs, the elasticity of scale and we compute the implicit cost of volume of water lost in the system for each water utility.

Our results are as follows. On average, the sample water utilities are technically inefficient during the studied period. Regulation par performance contract leads to higher technical efficiency than regulation by an independent agency. The private sector participation in management or operations has a positive effect on technical efficiency. There is no evidence of significant difference between the technical efficiency of public firms under regulation by an independent agency or by a performance contract and firms with private sector participation in management or operations under regulation by an independent agency or by a performance contract. Water utilities show decreasing returns to scale. The implicit cost of water lost on the network is estimated, on average, at 4 workers for 100,000 m³ of water lost. Moreover, this marginal cost is increasing with the level of quality of the network.

Secondly, we analyze our research question with respect to the performance in terms of effectiveness. We make use of the Data Envelopment Analysis technique based on the double bootstrap procedure (Simar Wilson, 2007) by implementing the four (4) steps analytical approach, inspired by Mbuvi *et al.*, (2012). The results show the existence of a problem of ineffectiveness higher than that of technical inefficiency. Thus, water utilities are in need of additional resources to reach 100% of their effectiveness in their licensed jurisdiction. The denser the population served, the lesser the cost to extend the service coverage. Regulation by performance contract improves the effectiveness and leads to a higher effectiveness than regulation by independent agency. Firms with private sector participation in management or operations are lesser effective than public firms. Finally, there is no significant difference (in terms of effectiveness) between firms with private sector participation in management or operations under regulation by an independent agency or by a performance contract and public firms under regulation by an independent agency or by a performance contract.

Thirdly, we analyze our research question in assessing the effect of institutional variables on the expansion of the service coverage rate. We make use of panel data techniques, especially the fixed effects models, and we follow the framework proposed by Heckman (1978) to tackle the endogeneity problem. Results show that regulation by performance contract has a positive and significant effect on the expansion of the service coverage rate. Firms with private sector participation have service coverage rates lesser than public firms. Public firms with regulation by independent agency or by performance contract have higher service coverage rates than firms with private sector participation under regulation by independent agency or performance contract.

Remerciements

J'ai appris que, dans la vie, on ne réussit jamais seul. Je n'y ai pas échappé dans la réalisation de cette thèse. De prime abord, je tiens à remercier mon Promoteur de thèse, Sergio Perelman, et mon Co-Promoteur, Axel Gautier, pour la confiance, la patience et la disponibilité qu'ils m'ont témoignées durant la réalisation de ce projet. Je suis convaincu que sans leurs critiques, leur rigueur, le haut degré d'exigences dans la qualité du travail et les multiples orientations à chaque étape de ce parcours, ce travail n'aurait jamais eu un aboutissement heureux. Merci Professeurs !

Je voudrai exprimer ma reconnaissance à Antonio Estache et Augustin Mapapa Mbangala pour leurs orientations, leurs conseils et leurs encouragements dans les premières étapes de cette thèse. Je ne saurai vous dire suffisamment merci !

Je voudrai remercier le Centre de Recherche en Economie Publique et de la Population (CREPP) qui m'a accueilli en son sein et n'a rien ménagé pour m'offrir le cadre et la chaleur humaine, nécessaires pour réaliser un travail de qualité. Merci à Ekaterina Tarantchenko, Jérôme Schoenmaeckers et Frida Vandeninden avec qui j'ai partagé ce cadre de travail.

Il aurait été difficile de réaliser ce travail sans le soutien de la famille Nkongolo qui m'a accueilli en Belgique et qui m'a offert l'affection et le soutien lorsque j'en avais besoin. Merci à mes héros dans l'ombre : des personnes qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail par une marque d'attention, voire de fois, par leurs finances. Parmi elles, je ne manquerai de citer les familles Kabissekela et Nshisso, Diamant Kalonji, Roland Dalo, Hugues-Arnaud Tshisungu, Régine Kabunda, Justin Kalumba, Charles Mbuyi wa Mpoy, Alice Mbashile, Freddy

Shembo, Jean-Pierre Nganda Afumba, Henri Muayila Kabibu, Germain Toundou, Johnny M. Bopopi, Bob Nsenga, Mardochée Mulwenge, Marcel Lenzo, Jean-Luc Tshilombo, Didier NKumbu, Thierry Samba et Thierry Mbulamoko.

Une mention spéciale à mon épouse pour les privations et les sacrifices consentis pour la fin heureuse de ce projet. Enfin, je dis un grand merci à mes parents pour l'éducation et pour m'avoir inculqué l'amour de la science. Merci à mes frères et sœurs, vous m'êtes chers ! Que toute personne qui de loin ou de près m'a été utile dans ce cheminement scientifique trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance.

Liste des abréviations

AfDB-WPP: African Development Bank - Water Partnership Program

AICD: Africa Infrastructure Country Diagnostic

AMCOW: Africa Minister's Council On Water

ARI: Agence de Régulation Indépendante

AWSA: Addis Ababa Water and Sewerage Authority

BoD: Benefit of Doubt

BWB: Blantyre Water Board (Malawi)

CAN: Longueur des canalisations de distribution d'eau

CPERF : Contrat de performance

CRWB : Central Region Water Board

DUWASCO: Dodoma Urban Water and Sewerage Corporation

DEA: Data Envelopment Analysis

DEA-VRS: Data Envelopment Analysis - Variable Returns to scale

DENS : Densité de la population desservie

ELECTRA: Empresa Publica de Electricidade e Agua

ELECTROGAZ: Etablissement de production, de Transport et de Distribution d'Electricité, d'Eau et de Gaz

GWC: Ghana Water Company

JIRAMA: Jiro sy rano Malagasy

KIWASCO : Kisumu Water and Sewerage Company

Km(s): Kilomètre(s)

LWB: Lilongwe Water Board

LWSC: Lusaka Water and Sewerage Company
m³: Mètre cube
MWSA: Mwanza Water and Sewerage Authority
NWSC: National Water and Sewerage Company
NWASCO: Nairobi Water and Sewerage Company
NWASCO: National Water and Sanitation Council
ONEA : Office Nationale des Eaux et d'Assainissement
PCOR : Proportion des connexions résidentielles
PIB : Produit Intérieur Brut par habitant
PIC : Potential Input Capacity
PERS : Nombre des travailleurs
PLP : Parametric Linear Programming
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
POPD : Population desservie
POPDOPR : Population desservie par population résidant dans la zone exploitée
PRIV : Participation du secteur privé à la gestion ou à l'exploitation du service
% : Pourcentage
REGPRIV: Régulation – Privé
REGPUB: Régulation – Publique
SDE : Sénégalaise Des Eaux
SEEN : Société d'Exploitation des Eaux du Niger
SFA : Stochastic Frontier Analysis
SODECI : Société De Distribution D'eau De Côte D'ivoire
SONEB: Société Nationale des Eaux du Bénin
SWSC: Southern Water and Sewerage Company
VDI: Volume d'eau distribué

VDIPOP: Volume d'eau distribué par population résidant dans la zone exploitée

VDP: Volume d'eau perdue

WB-PPIAF: World Bank Public Private Infrastructure advisory Facility

Liste des tableaux

Tableau 2.1. Modes de gestion dans la distribution de l'eau (2000-2005)	17
Tableau 2.2. Institutions de régulation (2000-2005).....	24
Tableau 2.3. Notre typologie de l'organisation des entreprises de distribution de l'eau (2000-2005)	27
Tableau 3.1. Notre typologie de l'organisation des entreprises de distribution de l'eau (2000-2005)	47
Tableau 3.2. Statistiques descriptives (N=115 ; 27 entreprises).....	68
Tableau 3.3. Caractéristiques des compagnies de distribution de l'eau (Valeurs observées pour les années extrêmes disponibles) : Début	69
Tableau 3.3. Caractéristiques des compagnies de distribution de l'eau (Valeurs observées pour les années extrêmes disponibles) : suite et fin	70
Tableau 3.4. Caractéristiques de la production selon les modes d'organisation.....	71
Tableau 3.5. Coefficients de corrélation entre output et inputs	72
Tableau 3.6. Paramètres estimés des modèles par les méthodes paramétriques (SFA et PLP)	74
Tableau 3.7. Elasticités partielles de production par compagnie (PLP)	75
Tableau 3.8. Coefficients de corrélation entre facteurs exogènes et variables institutionnelles.....	77
Tableau 3.9. Effets marginaux des variables explicatives du modèle d'inefficacité technique.....	80
Tableau 3.10. Scores d'efficacité technique (Moyenne : 2000-2005) et classement des compagnies selon les scores d'efficacité moyens.....	81
Tableau 3.11: Répartition des entreprises par tranches des scores d'efficacité technique moyens	83

Tableau 3.12. Scores moyens d'efficacité technique par catégories d'entreprises .	83
Table 3.13. Shadow price ratios (par 100.000 m ³ d'eau perdu) par quartiles du pourcentage des pertes d'eau sur le réseau	84
Tableau 4.1. Notre typologie des entreprises de distribution d'eau en Afrique Subsaharienne (2000-2005)	89
Tableau 4.2. Statistiques descriptives (N=77)	109
Tableau 4.3. Caractéristiques des compagnies de distribution d'eau (Moyenne : 2000-2005).....	111
Tableau 4.4. Caractéristiques des compagnies de distribution d'eau par typologie (Moyenne : 2000-2005)	112
Tableau 4.5. Coefficients des corrélations	113
Tableau 4.6. Scores d'efficacité technique, Scores d'effectivité, <i>PIC</i> et Classement des entreprises: (Moyenne : 2000-2005).....	116
Tableau 4.7. Scores d'efficacité technique, scores BoD et scores PIC par typologie d'entreprises.....	118
Tableau 4.8. Coefficients de corrélation entre facteurs exogènes et variables institutionnelles.....	120
Tableau 4.9. Déterminants de l'efficacité technique.....	121
Tableau 4.10. Déterminants de l'effectivité.....	123
Tableau 5.1. Notre typologie des entreprises de distribution d'eau en Afrique Subsaharienne (2000-2005)	128
Tableau 5.2. Statistiques descriptives des variables dépendante et indépendantes (N=98).....	146
Tableau 5.3. Moyennes des variables par compagnies	147
Tableau 5.4. Evolution des taux de couverture du service entre 2000 et 2005.....	148
Tableau 5.5. Taux de couverture du service par variables institutionnelles	149
Tableau 5.6. Coefficients de corrélation entre variable dépendante, facteurs exogènes et variables institutionnelles.....	150

Tableau 5.7. Paramètres d'estimation du modèle à effets fixes (Toutes les variables explicatives sont exogènes)	152
Tableau 5.8. Paramètres d'estimation du modèle à effets fixes (Toutes les variables explicatives sont endogènes : Double Moindres carrés).....	153

Liste des figures

Figure 1a: Efficacité technique : TE, x est donné.....	98
Figure 1b:Benefit of Doubt: BoD, x=1.....	98
Figure 1c: ‘Potential Input Capacity’ : PIC = BoD/TE.....	98

Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	v
Remerciements.....	vii
Liste des abbréviations.....	ix
Liste des tableaux.....	xiii
Liste des figures.....	xvii
Table des matières.....	xix
Chapitre 1. Introduction générale.....	1
1.1. Contexte de l'étude et Question de recherche.....	1
1.2. Source des données.....	3
1.3. Structure de la thèse.....	4
1.4. Conclusion.....	10
Chapitre 2. Distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne : Modes d'organisation et Hypothèses.....	11
2.1. Introduction.....	11
2.2. Modes d'organisation de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne.....	14
2.2.1. Législations et rôle des autorités publiques.....	14
2.2.2. Modes de gouvernance dans le secteur.....	16
2.2.3. Les institutions de régulation.....	23

2.2.4.	Notre typologie des entreprises de distribution d'eau.....	26
2.3.	Hypothèses.....	29
2.3.1.	Effet de la propriété sur l'efficacité productive	30
2.3.2.	Effet de la propriété sur l'expansion du service.....	35
2.3.3.	Effets de la régulation économique sur l'efficacité technique et l'expansion du service de l'eau.....	37
2.4.	Conclusion	42
Chapitre 3. Evaluation de l'efficacité technique et du coût implicite des pertes d'eau sur le réseau.....		45
3.1.	Introduction.....	45
3.2.	Revue de la littérature	50
3.3.	Méthodologie	56
3.3.1.	Le modèle de Battese & Coelli (1995).....	57
3.3.2.	Le "shadow price" des pertes d'eau sur le réseau	60
3.3.3.	La méthode "Parametric Linear Programming, (PLP)"	61
3.4.	Source des données et Description des variables.....	62
3.4.1.	Les variables d'output, d'inputs et de qualité	63
3.4.2.	Les facteurs exogènes et institutionnels.....	65
3.5.	Statistiques descriptives	68
3.6.	Résultats.....	72
3.6.1.	Les élasticités partielles de production	73
3.6.2.	Les déterminants de l'efficacité technique.....	76
3.6.3.	Les scores d'efficacité technique	80
3.6.4.	Le "shadow price" des pertes d'eau sur le réseau	84
3.7.	Conclusion	85

Chapitre 4. Evaluation de l'effectivité par la méthode de frontière de production...	87
4.1. Introduction.....	87
4.2. Cadre d'analyse.....	92
4.3. La procédure d'estimation en 4 étapes.....	95
4.4. Source des données.....	100
4.5. Description des variables	102
4.5.1. Les variables d'outputs, d'inputs, de qualité et les indicateurs partiels de performance (effectivité).....	102
4.5.2. Les facteurs exogènes et variables institutionnelles	104
4.6. Statistiques descriptives	108
4.7. Résultats.....	114
4.7.1. Les scores d'efficacité technique, les scores d'effectivité et les PIC	114
4.7.2. Examen des déterminants de la performance.....	119
4.8. Conclusion	125
Chapitre 5. Evaluation de l'effet des variables institutionnelles sur les taux de couverture du service.....	127
5.1. Introduction.....	127
5.2. Revue de la littérature	130
5.3. Méthodologie	135
5.4. Source des données.....	139
5.5. Description des variables	140
5.5.1. La variable dépendante	140
5.5.2. Les variables de contrôle et institutionnelles	141
5.6. Statistiques descriptives	145
5.7. Résultats des estimations économétriques	149

5.8. Conclusion	154
Chapitre 6. Conclusion générale.....	157
6.1. Principaux résultats.....	157
6.2. Recommandations de politique publique.....	163
6.3. Limites de l'étude et pistes pour les recherches futures.....	165
Bibliographie.....	167
Annexes.....	185
Formule de rémunération de la société de patrimoine et de l'opérateur privé au Sénégal.....	185

Chapitre 1. Introduction générale

1.1. Contexte de l'étude et Question de recherche

Impliquer un opérateur privé dans la gestion ou l'exploitation, organiser la régulation sous une forme institutionnelle crédible et la séparer de toute interférence politique, voilà des choix institutionnels qui se sont imposés dans le secteur du service public de l'eau en milieux urbains dans les pays d'Afrique Subsaharienne. Ils constituent les points clés des réformes organisationnelles du secteur qui ont démarré timidement dans les débuts des années 1990 avant de prendre un essor durant la deuxième partie de la même décennie. Chaque pays a pris soin d'adopter une approche bien spécifique dictée par des principes économiques, des choix politiques internes et des pressions externes de la part des institutions internationales de financement.

A la suite de ces réformes et des législations qui ont été implémentées, l'Etat demeure le concepteur de la politique et des stratégies du secteur par l'entremise d'un ministère de tutelle bien désigné. Il conserve la responsabilité de la fourniture du service alors que l'exploitation peut être soit publique soit déléguée à un opérateur privé. Lorsque la gestion est publique, l'exploitation est confiée à un département ou un service au sein d'une autorité municipale ou régionale, soit elle prend la forme d'une agence ou société d'Etat. Malgré le caractère public de la gestion dans ces entreprises, les pays ont adopté que celles-ci appliquent les principes de gestion du secteur privé, notamment, la commercialisation du service dans le but d'améliorer la performance.

Alternative à la gestion publique, la délégation de l'exploitation au secteur privé consacre une relation contractuelle entre l'autorité publique et l'entreprise privée. Les formes de ce partenariat sont différentes de par l'étendue des investissements à la charge de l'opérateur privé et l'allocation des risques entre les deux parties. Elles comprennent les contrats de gestion grâce auxquels l'opérateur privé est impliqué dans la gestion d'une entreprise publique, les contrats d'affermage et de concession qui transfèrent l'exploitation à un opérateur privé après une procédure d'appel d'offres. Quant à la régulation, hormis le fait que certains pays conservent l'autorégulation, les modèles institutionnels comprennent la régulation par agence et la régulation par contrat de performance. Lorsque l'agence de régulation est choisie, elle est soit sectorielle soit multisectorielle selon les pays. De plus, toutes les agences de régulation sont nationales.

Il y a, par conséquent, coexistence d'une diversité des modes d'organisation pour le même service. Ceux-ci partagent un objectif commun d'amélioration de la performance. Ce qui nous attire et justifie notre intérêt. D'une part, nous voulons comparer les performances relatives des entreprises du secteur et d'autre part, nous voulons étudier le lien qui existerait entre les modes d'organisation observés et la performance dans ce secteur vital et aux spécificités technico-économiques bien particulières. En effet, le secteur d'alimentation en eau potable est un monopole naturel (souvent local) aux actifs spécifiques coûteux. C'est un service public qui répond aux besoins vitaux et appelle, théoriquement, à un accès universel à cause des externalités positives qu'il offre. Celles-ci exigeraient qu'il soit tout aussi bien de qualité et assuré avec continuité. C'est un bien privé qui a un prix et dont la production et la distribution entraînent des coûts.

De façon spécifique, notre thèse vise à répondre à la question suivante : quel est l'effet des modes d'organisation sur la performance des compagnies de distribution d'eau en milieux urbains en Afrique Subsaharienne ? Deux aspects de la performance vont être mis en lumière : l'efficacité technique (*“technical efficiency or doing things using the best possible way”*) et l'effectivité (*“effectiveness or doing the right things”*). L'efficacité technique a trait à la manière dont les ressources disponibles (limitées) sont utilisées pour produire une quantité maximale des outputs. Par contre, l'effectivité se réfère à la manière dont les ressources sont utilisées pour atteindre 100% du résultat attendu dans la juridiction d'activités confiée à un opérateur donné. En d'autres termes, les entreprises doivent utiliser les ressources dont elles sont dotées pour maximiser le volume d'eau distribué aux consommateurs et pour desservir, avec une eau de bonne qualité, la population la plus large possible résidant dans la zone d'activités qui leur est allouée.

1.2. Source des données

Pour aborder notre question de recherche, notre analyse se fonde sur les informations quantitatives tirées de la base des données *“Africa Infrastructure Country Diagnostic, AICD”*, un programme qui pose un diagnostic sur les services d'infrastructures en Afrique Subsaharienne. Il a été lancé à la suite du Sommet du G-8 à Gleneagles en 2005 par *“Infrastructure Consortium for Africa”*. Il est placé sous l'égide de la Banque Mondiale et il est supervisé par un comité de pilotage qui représente l'Union Africaine, Le Nouveau Partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), les Communautés Economiques Régionales Africaines, la Banque Africaine de Développement et les principaux bailleurs de fonds qui s'intéressent aux secteurs d'infrastructures. Il fait écho de la reconnaissance par les bailleurs des fonds de la nécessité d'élargir les financements pour soutenir le développement de l'Afrique.

La performance dans le secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne a été moins étudiée dans la littérature empirique (exceptés Estache & Kouassi, 2002 ; Kirkpatrick *et al.*, 2006 ; Mbuvi *et al.*, 2012). Le manque des données de qualité en est l'une des principales raisons. Notre projet de recherche et la disponibilité de ces informations quantitatives nous donnent l'opportunité d'apporter notre contribution à ce champ d'investigation. Notre échantillon est, fondamentalement, constitué d'un ensemble de 33 compagnies de distribution d'eau issues de 19 pays sur les 24 pays concernés par la première phase de ce diagnostic. La période analysée s'étend entre 2000 et 2005.

1.3. Structure de la thèse

Le chapitre 2 met en lumière l'organisation du secteur de la distribution de l'eau dans les villes d'Afrique Subsaharienne. Ce survol institutionnel se focalise sur les fonctions de gestion et exploitation du service et de régulation. D'une part, il présente les modes de gestion (gestion publique et participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service) qui existent dans le secteur pour la période étudiée, lesquels font suite aux réformes intervenues et aux législations qui y ont été mises en place durant les années 1990. D'autre part, il distingue les types d'institutions de régulation (agence de régulation, régulation par contrat de performance et autorégulation) adoptés par différents pays pour contrôler et superviser les compagnies. Plutôt que de s'arrêter à une typologie binaire, il identifie trois familles d'entreprises de distribution d'eau telles que décrites au point 2.2.4.

Le transfert de l'exploitation du service public à un opérateur privé se fonde sur l'hypothèse que (comparativement à une agence publique), celui-ci possède des fortes incitations à réduire ses coûts de production. Cette hypothèse peut être

soutenue par la recherche de Hart *et al.*, (1997) en présence des contrats incomplets. La littérature sur le gouvernement de l'entreprise (Charreaux, 1997 ; Shleifer & Vishny, 1997) met aussi en exergue la supériorité de l'entreprise privée par rapport à l'entreprise publique, du point de vue de l'efficacité productive, en la justifiant par la force des mécanismes d'incitations et de contrôle interne et externe qui y sont plus crédibles que dans une entreprise publique. De plus, cette supériorité se justifie par la clarté de l'objectif de l'entreprise privée (maximiser son profit) et le fait qu'elle soit sélectionnée à la suite d'une procédure de concurrence pour le marché.

La délégation de l'exploitation du service au secteur privé s'accompagne du changement de la fonction objectif de l'entreprise étant donné que l'opérateur privé est préoccupé par la maximisation de son profit et non pas par le bien-être social poursuivi par le Gouvernement. Il en vient que son implication à augmenter les taux de couverture du service est conditionnée par l'obligation que ce dernier objectif serve son objectif principal (c'est-à-dire la maximisation du profit). Pour les pays et les entreprises que nous étudions, les contrats de gestion et d'affermage sont les deux types d'arrangements contractuels qui dominent dans ce secteur. Dans ces deux cas, l'Etat demeure responsable du financement des infrastructures grâce aux dons, aides et financements provenant des bailleurs des fonds. Ceux-ci ont conditionné leurs apports à la présence des acteurs privés dans la gestion ou l'exploitation de ce service public, le secteur privé étant supposé lui faire bénéficier de son expertise et de son savoir-faire.

En outre, ce chapitre s'applique à explorer les fondements théoriques pour la fonction de régulation. Celle-ci peut être étudiée à travers le cadre de la théorie des incitations (Baron & Myerson, 1982 ; Laffont & Tirole, 1986 ; Laffont, 1994). Cet axe théorique établit que la régulation peut affecter favorablement l'efficacité d'une

entreprise si elle met en place des mécanismes appropriés d'incitation à l'efficacité et à l'investissement. Cependant, notre préférence va à un autre axe théorique, celui de "*Transaction Cost Regulation*" (Spiller, 2008 ; 2011). D'après celui-ci, la mise en place d'un cadre de régulation qui marie, à la fois, crédibilité et flexibilité est une solution qui minimise le risque d'expropriation de la part du Gouvernement. Limiter ce risque attirerait l'investissement et contribuerait à l'efficacité opérationnelle et à l'amélioration de la qualité. Ce chapitre aboutit à des hypothèses testables qui sont évaluées dans les chapitres empiriques (c'est-à-dire les chapitres 3, 4 et 5).

Le chapitre 3 est un examen de l'effet des modes d'organisation sur l'efficacité technique de 27 entreprises issues de 17 pays africains entre les années 2000 et 2005 et une évaluation du coût implicite des pertes d'eau sur le réseau. En d'autres termes, il vise à comparer les performances relatives des opérateurs du secteur (en termes d'efficacité technique) et à en analyser les déterminants. Il s'intéresse également au calcul, respectivement, des élasticités partielles, de la nature des rendements d'échelle ainsi que du coût ("shadow price") implicite des pertes d'eau sur le réseau.

Nous y estimons une frontière de production dont la spécification comprend le volume d'eau distribué comme variable d'output et trois variables d'inputs dont deux traditionnels, la longueur des canalisations de distribution d'eau et l'effectif du personnel, et un input de qualité ("bad input") qui est le volume d'eau perdue. En effet, l'un des objectifs techniques poursuivis à travers les contrats de délégation du service au secteur privé était de diminuer les taux des pertes sur le réseau pour les maintenir dans les limites optimales autorisées au regard de la géographie de la zone exploitée. Cet objectif incitatif était inclus dans les formules de rémunération des opérateurs. Pour réduire les pertes d'eau sur le réseau de distribution, les opérateurs ont le choix entre augmenter les frais de maintenance et mettre en place des nouveaux

investissements qui remplacent les canalisations usées. Ce qui donne lieu à un coût supplémentaire d'exploitation ou en capital que doit supporter l'opérateur.

Pour atteindre les objectifs de ce chapitre, nous procédons en deux étapes. Dans la première étape, à l'aide de l'approche paramétrique "Stochastic Frontier Analysis, SFA", plus précisément le modèle de Battese & Coelli (1995), nous estimons la frontière de production et le modèle d'inefficacité technique. Cette estimation nous donne les résultats pour l'entreprise moyenne de l'échantillon. Elle satisfait les propriétés de monotonie de la frontière de production au point moyen (et non pas en tout point des données). Cependant, pour calculer le coût marginal implicite des pertes d'eau sur le réseau, la propriété de monotonie doit être remplie, non seulement pour les valeurs moyennes, mais aussi pour les valeurs extrêmes. Ainsi, dans une deuxième étape, nous estimons à nouveau la frontière de production en faisant appel à l'approche déterministe, "Parametric Linear Programming, PLP", qui permet d'imposer les contraintes de monotonie en tout point des données. Grâce à cette dernière approche, nous approfondissons, d'une part, l'analyse des élasticités partielles de production par rapport aux inputs pour chaque opérateur de distribution d'eau, les élasticités d'échelle et nous calculons le coût implicite des pertes d'eau sur le réseau.

Le chapitre 3 s'est limité à évaluer la performance en termes d'efficacité technique et ses déterminants. Le chapitre 4 fait un pas en avant pour s'intéresser, en plus, à la performance en termes d'effectivité pour un échantillon de 21 opérateurs issus de 15 pays d'Afrique Subsaharienne entre les années 2000 et 2005. En effet, en plus d'être efficaces, les entreprises de distribution d'eau doivent satisfaire la demande pour l'ensemble de la population résidant sur le périmètre qu'elles exploitent. Celles-ci peuvent échouer d'atteindre cet objectif à cause d'une mauvaise utilisation des

ressources à leur disposition (inefficacité technique) ou elles peuvent être efficaces mais être incapables d'être 100% effectives.

Pour réaliser cette évaluation, nous recourons à la méthode non-paramétrique "Data Envelopment Analysis, DEA" basée sur la procédure en double bootstrap (Simar & Wilson, 2007). Notre approche d'estimation se déroule en 4 étapes, à l'instar de Mbuvi *et al.*, (2012). Dans la première étape, nous calculons les scores d'efficacité technique au moyen d'un modèle DEA-VRS¹ constitué de deux (2) outputs (le volume d'eau distribué et la population desservie) et de trois (3) inputs (la longueur des canalisations de distribution d'eau, l'effectif du personnel et le volume d'eau perdue). Dans la deuxième étape, nous mesurons les scores d'effectivité en utilisant l'approche "Benefit of Doubt, BoD" (Melyn & Moesen, 1991 ; Cherchye *et al.*, 2007), similaire à la DEA traditionnelle mais où les outputs sont les indicateurs partiels d'effectivité et les inputs sont un vecteur des 1.

Dans la troisième étape, nous calculons une grandeur dénommée "Potential Input Capacity, PIC" qui donne l'indication sur comment les opérateurs utilisent les inputs (c'est-à-dire le capital, le travail,...) à leur disposition pour atteindre l'objectif leur assigné. Elle permet de trouver les améliorations potentielles dans l'utilisation des ressources pour atteindre 100% d'effectivité pour chaque opérateur dans sa zone de service. Cette valeur est calculée par le ratio des scores d'effectivité de la deuxième étape par les scores d'efficacité de la première étape. Une valeur $PIC = 1$ signifie une allocation exacte des ressources ; une valeur $PIC > 1$ est indicatrice d'un excès dans l'utilisation des inputs disponibles et partant un problème d'inefficacité technique. Les entreprises qui affichent pareille valeur doivent améliorer leur efficacité

¹ DEA-VRS signifie "Data Envelopment Analysis – Variable Returns to Scale"

technique car elles présentent une utilisation excessive des ressources. Une valeur $PIC < 1$ dénote un déficit en ressources. Autrement dit, les entreprises affectées par ce déficit ne sauraient atteindre 100% d'effectivité sans ressources additionnelles. Enfin, la quatrième étape est un examen des déterminants de l'effectivité en faisant usage des estimateurs d'un modèle de régression tronquée obtenus par maximum de vraisemblance.

Le chapitre 5 évalue l'effet des variables institutionnelles sur l'expansion des taux de couverture du service. Elle porte sur un échantillon de 24 entreprises de distribution d'eau provenant de 18 pays d'Afrique Subsaharienne pour la période 2000 à 2005. La variable expliquée est le taux de couverture du service (en %) calculé par le rapport de la population desservie sur la population résidant dans le périmètre exploité par l'opérateur et les variables expliquées, incluent en plus des variables institutionnelles, des variables de contrôle parmi lesquelles le produit intérieur brut par habitant, la densité de la population desservie et la proportion (en %) des connexions résidentielles.

Comme méthodologie d'estimation, cette évaluation s'appuie sur les modèles des données de panel classique, plus précisément le modèle à effets fixes. La question de l'endogénéité des variables institutionnelles est examinée en tenant compte du cadre proposé par Heckman (1978) et appliqué dans la littérature par des auteurs tels que Ros (1999) et Gutierrez (2003). La description détaillée de cette démarche est présentée dans la section 3 du chapitre 5.

1.4. Conclusion

De ce qui précède, ce chapitre introductif donne un aperçu du contenu de cette thèse dont l'objectif est de : (i) comparer la performance (en termes d'efficacité technique, d'effectivité et d'expansion des taux de couverture du service) des entreprises de distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne, (ii) évaluer l'impact des variables institutionnelles sur cette performance et (iii) fournir des éléments des réponses qui peuvent servir à la définition de la politique sectorielle. Pour ce faire, elle procède à travers trois (3) chapitres empiriques.

Après avoir fixé le cadre théorique et présenté les modes d'organisation au chapitre 2, le chapitre 3 compare l'efficacité technique de 27 opérateurs entre 2000 et 2005. Il examine l'impact des variables institutionnelles sur cette efficacité technique. De plus, il calcule le coût implicite des pertes d'eau sur le réseau. Le chapitre 4 compare la performance en termes d'efficacité technique et d'effectivité pour 21 compagnies entre 2000 et 2005. Elle s'intéresse de façon particulière à l'impact des variables institutionnelles sur l'effectivité de ces entreprises. Enfin, le chapitre 5 évalue le lien possible entre ces variables institutionnelles et l'expansion des taux de couverture pour un échantillon de 24 entreprises entre 2000 et 2005.

Chapitre 2. Distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne : Modes d'organisation et Hypothèses

2.1. Introduction

Garantir un service continu d'une eau de qualité à la population est indéniablement une nécessité incontournable, l'eau constituant un bien vital dont la disponibilité en quantité et en qualité influence, notamment, le confort et la santé. Cependant, la question sur le mode de gestion efficace pour sa fourniture continue à occuper les réflexions et les études empiriques. Certaines études suggèrent une meilleure performance des opérateurs publics relativement aux opérateurs privés ; d'autres, par contre, observent que les opérateurs privés affichent une performance supérieure à celle des opérateurs publics et d'autres encore, sont non conclusives (voir Gonzalez-Gomez & Garcia-Rubio, 2008 ; Abbot & Cohen, 2009 pour la revue de la littérature).

La réorganisation institutionnelle intervenue dans le secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne, à la suite des réformes entreprises depuis les années 1990, offre une opportunité de contribuer à ce champ d'investigation. Plutôt que de nous limiter à examiner l'effet de la propriété sur la performance du secteur, notre attention s'étend aussi à l'effet de la régulation et de la combinaison des modes de gestion, public ou privé, avec une institution de régulation donnée. En effet, selon les pays, le secteur de la distribution de l'eau est sous la responsabilité d'une autorité publique nationale ou locale. Celle-ci a le choix entre fournir directement le service ou en déléguer l'exploitation à un opérateur privé grâce au choix d'un arrangement contractuel donné selon les cas. Quant à la fonction de régulation, elle est réorganisée de façon à l'isoler de toute interférence politique et des conflits d'intérêts qui résulteraient de l'autorégulation. Ce qui aboutit, sur le plan institutionnel, à la mise en

place des agences de régulation ou d'une régulation par contrat de performance selon le choix adopté par les différents pays.

L'échantillon des données à notre disposition fait apparaître que, dans la plupart des cas, cette réorganisation a souvent concerné les deux dimensions précitées, prises ensemble, de telle sorte qu'une typologie des entreprises de distribution d'eau peut être établie. Elle en distingue trois catégories : les compagnies avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation contrôlées par une agence de régulation ou par un contrat de performance, les compagnies publiques supervisées par une agence de régulation ou par un contrat de performance et la catégorie « Autre » qui comprend les entreprises qui n'appartiennent pas aux deux groupes précités. Sont incluses dans cette dernière catégorie : les entreprises publiques avec autorégulation ou avec régulation politique, les entreprises avec participation du secteur privé avant l'introduction d'une autorité de régulation par agence ou par contrat de performance.

La littérature théorique offre un cadre analytique rigoureux pour étudier la relation entre les modes de gestion, la régulation et la performance dans un secteur public. Dans notre cas, nous nous appuyons spécialement sur les recherches par Hart *et al.*, (1997) et Spiller (2008 ; 2011). Lorsque les contrats sont incomplets, l'entreprise privée possède des fortes incitations à l'efficacité productive et elle fait un arbitrage entre la qualité et les coûts en sachant qu'il n'est pas possible de réduire les coûts en même temps qu'augmenter la qualité (Hart *et al.*, 1997). La mise en place d'un cadre de régulation crédible et flexible est la solution au risque d'expropriation de la part du Gouvernement car il le limite et il constitue un garde-fou pour les investisseurs (Spiller, 2008 ; 2011).

L'objectif de ce chapitre est, donc, de mettre en lumière l'organisation du secteur de la distribution de l'eau dans les villes d'Afrique Subsaharienne à la suite des réformes y intervenues et de relever des hypothèses qui prédisent les effets de différents types d'organisation sur la performance du secteur. Ce survol organisationnel s'appuie sur des informations relatives à 33 entreprises² de distribution d'eau qui appartiennent à 19 des 24 pays concernés par la première phase du projet "Africa Infrastructure Country Diagnostic (désormais AICD)". Ces 24 pays représentent 85% du produit intérieur brut, de la population et du flux d'aides en infrastructures destiné à cette partie du monde. Les 19 pays qui constituent cet échantillon représentent 79% des pays dont les compagnies ont répondu favorablement à cette collecte des données. Ils sont composés de : Afrique du Sud, Bénin, Burkina Faso, Cape Vert, Côte d'Ivoire, Ethiopie, Ghana, Kenya, Madagascar, Malawi, Mozambique, Namibie, Niger, Nigeria, Ouganda, Rwanda, Sénégal, Tanzanie et Zambie. La période étudiée s'étend entre les années 2000 et 2005.

La suite de ce chapitre est ventilée comme suit. La section 2 explore l'organisation du secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne et en présente un survol. Elle est suivie par la section 3 qui fixe les bases théoriques, respectives, sur l'arbitrage entre fournir le service public en interne et le déléguer à un opérateur privé et la nécessité de la régulation. Des hypothèses sont proposées et elles seront testées dans les chapitres 3, 4 et 5. Une conclusion clos le chapitre.

² Les 33 compagnies de distribution d'eau forment le total de toutes les entreprises qui forment les différents échantillons qui servent aux estimations dans les chapitres 3, 4 et 5. Le nombre des entreprises retenues pour chacun des échantillons dans chacun de ces chapitres empiriques a été dicté par la disponibilité des données au regard de la spécification des modèles à estimer.

2.2. Modes d'organisation de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne

Cette section met en lumière les législations et le rôle des autorités publiques dans la fourniture du service de l'eau à la suite des réformes. Elle fait un bref détail des modes de gestion, publique et privée, et fait l'esquisse des institutions de régulation qui y ont été implémentées. Elle relève aussi notre typologie observée des entreprises du secteur.

2.2.1. Législations et rôle des autorités publiques

A l'instar d'autres industries en réseaux, le secteur de l'eau en Afrique Subsaharienne n'a pas échappé aux vagues des réformes institutionnelles entamées durant les années 1990 dans les pays en voie de développement. Chaque pays a élaboré des législations³ qui sont un ensemble des lois et des règles par lesquelles la politique sectorielle s'intègre dans les cadres politique et législatif nationaux (AfDB-WPP, 2010). Elles fixent les missions, rôles et mandats des acteurs principaux qui forment le cadre institutionnel du secteur. Autrement dit, les réformes organisationnelles ont consisté à désintégrer et à clarifier les fonctions-clés qui tournent autour de la formulation de la politique et la gestion de la ressource, la propriété des actifs, l'exploitation du service et la régulation. En somme, le contexte institutionnel sectoriel peut être résumé comme suit.

Selon les pays, la responsabilité de la distribution de l'eau est soit centralisée au niveau des autorités publiques nationales soit décentralisée au niveau d'une autorité publique locale (municipalité, région ou Etat fédéré). En effet, certains pays (Bénin,

³ Voir African Minister's Council on Water (AMCOW, 2006) pour les détails sur les législations par pays.

Burkina Faso, Cape Vert, Côte d'Ivoire, Ghana, Madagascar, Niger, Ouganda, Rwanda et Sénégal) conservent le principe d'un opérateur national, responsable du service de l'eau à travers des centres de distribution établis dans différentes localités du pays. Par exemple, en Côte d'Ivoire, c'est à la Société de distribution d'eau de Côte d'Ivoire (Sodeci) que revient le monopole de la production et de la distribution de l'eau potable dans les milieux urbains du pays. Cependant, elle opère à travers un ensemble des centres de production localisés dans les grandes villes du pays qui disposent chacun de son réseau de distribution. Des localités bien définies reçoivent l'eau produite dans un centre de production bien déterminé (Diakite & Thomas, 2013). Les autres pays (Afrique du Sud, Ethiopie, Kenya, Malawi, Mozambique, Namibie, Nigeria, Tanzanie et Zambie) tendent plutôt à décentraliser la fourniture de l'eau en impliquant les collectivités locales (Barnejee & Morella, 2011). Cette décentralisation est orientée vers la consolidation des responsabilités au niveau régional ou municipal (Estache & Tracz, 2004).

L'Etat demeure le concepteur de la politique et des stratégies du secteur par l'entremise d'un ministère de tutelle. Celui-ci le supervise et le coordonne au regard des stratégies et des enjeux nationaux de son développement. Les autorités publiques nationales ou locales, selon les cas, disposent de la latitude de choisir entre divers modes d'organisation pour la distribution de l'eau. Les modes d'organisation observés comprennent le choix d'exploiter directement le service sous forme d'une régie, l'implication d'un opérateur privé dans la gestion d'une entreprise publique ou la délégation de l'exploitation à un opérateur privé, avec lequel l'autorité publique signe un contrat à la suite d'une procédure d'appels d'offres.

2.2.2. *Modes de gouvernance dans le secteur*

Trois familles des modes de gestion peuvent être identifiées pour les entreprises de distribution de l'eau en milieux urbains à la suite des réformes et des législations qui ont été mises en place en Afrique Subsaharienne. Il s'agit de la gestion publique, des entreprises publiques avec implication d'un opérateur privé dans la gestion (contrat de gestion) et la délégation du service à un opérateur privé (contrat d'affermage et contrat de concession). Elles sont illustrées dans le tableau 2.1 ci-dessous.

2.2.2.1. La gestion publique

La première famille est composée des entreprises de fourniture d'eau qui sont sous gestion publique. Sur les dix-neuf (19) pays concernés dans notre étude, quatorze (14) pays (soit 25 entreprises sur 33) présentent, en une année donnée de la période étudiée, la gestion publique comme mode de gestion. Celle-ci se décline sous différentes formes comme suit.

- a) L'autorité publique locale fournit directement de l'eau à travers un département en son sein (Afrique du Sud, Namibie, Malawi, Nigéria). C'est un type de gestion directe dans laquelle l'autorité publique, par ses services, dispose de toute la responsabilité notamment en termes de politique, de planification, d'exploitation du service et de contrôle des standards de services (la qualité du service incluse) (Boyer *et al.*, 1999).
- b) Des municipalités qui sont propriétaires des entreprises publiques (Kenya, Ethiopie, Tanzanie, Zambie).

Tableau 2.1. Modes de gestion dans la distribution de l'eau (2000-2005)

Pays	Compagnies	Gestion publique	Contrat de gestion	Délégation de l'exploitation à un opérateur privé	
				Contrat d'affermage	Contrat de concession
Afrique du Sud	Drakenstein	2002-2005	-	-	-
Afrique du Sud	Ethekwini	2004-2005	-	-	-
Benin	Soneb	2004-2005	-	-	-
Burkina Faso	Onea	2000	2001-2005	-	-
Cape Vert	Electra	-	-	-	2000-2005
Côte d'Ivoire	Sodeci	-	-	2000-2005	-
Ethiopie	Adama	2004-2005	-	-	-
Ethiopie	Awsa	2001-2004	-	-	-
Ghana	Gwc	2001-2004	2005	-	-
Kenya	Kiwasco	2004-2005	-	-	-
Kenya	Nwasco	2004-2005	-	-	-
Madagascar	Jirama	2000-2005	-	-	-
Malawi	Bwb	2000-2005	-	-	-
Malawi	Crwb	2000-2005	-	-	-
Malawi	Lwb	2003-2005	-	-	-
Mozambique	Beira	-	2002-2005	-	-
Mozambique	Nampula	-	2002-2005	-	-
Mozambique	Pemba	-	2002-2005	-	-
Mozambique	Quelimane	-	2002-2005	-	-
Namibie	Walvis Bay	2000-2005	-	-	-
Namibie	Windhoek	2005	-	-	-
Niger	Seen	-	-	2001-2005	-
Nigeria	Borno	2000-2005	-	-	-
Nigeria	Kaduna	2005	-	-	-
Nigeria	Lagos	2002-2005	-	-	-
Nigeria	Plateau	2003-2005	-	-	-
Ouganda	Nwsc	2005	2000-2004	-	-
Rwanda	Electrogaz	2000-2002	2003-2005	-	-
Sénégal	Sde	-	-	2000-2005	-
Tanzanie	Duwasco	2005	-	-	-
Tanzanie	Mwsa	2003-2005	-	-	-
Zambie	Lwsc	2001-2005	-	-	-
Zambie	Swsc	2003-2005	-	-	-

Source : Auteur sur base du rapport de Barnejee *et al.*, (2008), AfDB-WPP (2010), sites internet des entreprises si disponibles. A l'intérieur du tableau se trouvent consignées les périodes où une entreprise donnée est observée dans une catégorie donnée.

- c) Des sociétés d'Etat (Benin, Ghana, Madagascar, Ouganda) qui sont des organismes publics qui disposent d'une autonomie financière et de gouvernance. Elles disposent d'un Conseil d'Administration établi par les autorités publiques et la gestion courante est sous la direction d'un Comité de gestion.

Malgré le caractère public de ces opérateurs, les réformes entreprises durant les années 1990, ont conduit à l'adoption, par plusieurs entreprises, du principe de la "corporatisation". Lorsqu'il y a "corporatisation", la gestion du service public se fait selon les principes de gestion du secteur privé. En effet, le service public est commercialisé avec pour but de recouvrer les coûts en s'attachant les services d'un personnel composé des professionnels du secteur (De Witte & Marques, 2007 ; Barnejee & Morella, 2011). Elle se traduit par une personnalité légale, une exploitation, des finances et des actifs de l'opérateur distincts de ceux du Gouvernement auquel il demeure, toutefois, redevable (Boyer *et al.*, 1999 ; Barnejee & Morella, 2011).

2.2.2.2. L'entreprise publique avec implication d'un partenaire privé dans la gestion

La deuxième famille est constituée des entreprises publiques dans lesquelles un partenaire privé est impliqué dans la gestion au niveau du management sous forme d'un contrat de gestion (Burkina Faso, Ghana, Mozambique, Ouganda, Rwanda). Les contrats de gestion sont de courte durée (3 à 5 ans). Ils délèguent l'exploitation et la maintenance du service au secteur privé. Celui-ci place une équipe de ses cadres aux postes de direction de l'entreprise publique avec pour rôle de prendre en charge les services de gestion et de maintenance routinières étant donné que ceux-ci influent sur l'efficacité de la distribution de l'eau (Ponty, 2007 ; Michel, 2008).

L'opérateur privé opère sous l'autorité du secteur public qui conserve la propriété du réseau et la responsabilité de l'investissement (y compris les extensions et les réhabilitations importantes du réseau) et les risques financiers. Type de contrat moins incitatif, il transfère au secteur privé les risques et responsabilités (droits de décisions) de façon très limitée (Fall *et al.*, 2009). La rémunération de l'opérateur privé est fixée en fonction des responsabilités lui confiées. Elle peut être complétée d'un revenu assujéti à la réalisation des performances fixées selon des critères convenus.

2.2.2.3. La délégation de l'exploitation du service au secteur privé

La troisième famille comprend deux formes d'arrangements contractuels dans lequel il y a délégation de l'exploitation de la distribution de l'eau à un opérateur privé. Lorsque l'autorité publique décide de déléguer le service public à un opérateur privé, elle consent à lui céder des droits des décisions et des revenus. Les types d'arrangements contractuels, dont il peut faire le choix, se distinguent selon l'étendue des investissements de l'opérateur privé dans le service et le type de compensation y afférente ainsi que l'allocation des risques entre les deux parties au contrat (Chong *et al.*, 2006). Les deux formes de contrat de délégation dans la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne incluent : le contrat d'affermage et le contrat de concession.

Le contrat d'affermage (Côte d'Ivoire, Niger, Sénégal) est un arrangement contractuel, d'une durée comprise entre 10 et 15 ans, dans lequel l'autorité publique délègue l'exploitation du service public de l'eau et la maintenance du réseau à un opérateur privé. Celui-ci est aussi en charge des investissements nécessaires à l'entretien du réseau. Il assume les risques liés à l'exploitation du service (risque commercial).

L'autorité publique (ou la société du patrimoine⁴ qu'elle institue) conserve la responsabilité des investissements et la propriété des infrastructures. Elle en conçoit et en assure le suivi des programmes de réhabilitation, de renouvellement, d'extension et de développement. Elle est en charge de la mobilisation des ressources financières nécessaires pour l'investissement et, quelques fois aussi, des fonctions de régulation notamment la détermination des tarifs et la surveillance de la qualité du service (Blocklehurst & Janssens, 2004 ; Dupont 2010, 2011). Elle porte les risques financiers.

Lorsqu'il y a contrat d'affermage, l'Etat fixe les tarifs et l'opérateur privé est responsable de récolter les recettes auprès des consommateurs, desquelles il retient sa part d'honoraires et il verse la différence destinée aux investissements à l'Etat ou à la société de patrimoine, directement responsable des infrastructures. La rémunération de l'opérateur se fait selon une formule définie dans le contrat et destinée à l'inciter à améliorer la performance (réduire les taux de pertes d'eau sur le réseau et augmenter les taux de recouvrement)⁵. Plus les volumes d'eau vendus sont importants, plus élevés seront ses recettes et, par ricochet, ses bénéfices si ses coûts sont minimisés. Ses mauvaises performances sont sanctionnées. A la fin du contrat, l'opérateur privé doit rendre les services exploités et les investissements réalisés au propriétaire.

Les contrats de concession (Cape Vert) sont un type d'arrangement contractuel dans lequel l'Etat, propriétaire des actifs initiaux, confie ceux-ci, de façon exclusive pour la durée du contrat, au concessionnaire en même temps que l'exploitation complète

⁴ La société de patrimoine est une transformation de la société publique, jadis monopole public de production et de distribution d'eau.

⁵ Un exemple de la formule de rémunération dans le contrat d'affermage au Sénégal est donné en annexe.

du réseau, sa maintenance et les investissements d'extension en vue d'étendre la couverture du service. Ils sont généralement à long terme pour permettre au secteur privé de recouvrer ses coûts d'investissement et de réaliser les retours sur investissement nécessaires. L'Etat est ainsi libéré de l'obligation de financer les nouveaux investissements dans le secteur. Au bout de la période contractuelle, les actifs initiaux et les extensions réalisées par l'opérateur privé sont rendus à l'Etat.

L'opérateur privé engrange ses bénéfices des recettes récoltées de la vente du service aux consommateurs. Il est responsable du recouvrement des factures et le service est vendu au prix négocié avec l'autorité publique. Il porte les risques commercial et financier. Il est incité à la performance car les conséquences de ses décisions efficaces ont directement une incidence sur ses bénéfices. La non-réalisation des objectifs notamment ceux prévus dans le contrat, en termes de couverture et de qualité de service, peuvent résulter en des pénalités. Des négociations entre l'autorité publique et le concessionnaire permettent la révision tarifaire.

2.2.2.4. Délégation de l'exploitation au secteur privé et Appel d'offres

Les pays d'Afrique Subsaharienne qui ont fait le choix de déléguer le service public de l'eau à un opérateur privé (par exemple : Mozambique, Niger, Sénégal) ont organisé un processus d'appel d'offres⁶ préparé ou organisé par un organisme public désigné par le Gouvernement. Ce processus est organisé en deux grandes étapes, à savoir : l'étape de la proposition technique par les opérateurs pré-qualifiés et celle de la proposition financière par les candidats ayant été approuvés lors de la première étape. Lors de cette étape de la proposition financière, chaque opérateur

⁶ Ce paragraphe est présenté sur base des processus d'appel d'offres pour la délégation du service de l'eau au Sénégal, au Mozambique et au Niger.

soumissionnaire propose un prix exploitant c'est-à-dire la « *quote part du prix de l'eau au m³ qui revient au fermier* » (Dupont, 2010). L'exploitation du service de l'eau est remportée par le candidat qui offre le prix exploitant le moins élevé (moins disant) par rapport aux concurrents (Brocklehurst & Janssens, 2004 ; WB-PPIAF, 2009 ; Dupont, 2010).

Malgré que certains pays ont fait précéder l'organisation des enchères par des missions dans les pays développés (Europe, Etats Unis) avec pour but de stimuler l'intérêt des candidats potentiels et d'en maximiser le nombre des participants, ce dernier oscille entre deux (2) et quatre (4) lors de la première étape. Dans la plupart des cas, seuls deux (2) candidats sont retenus pour la deuxième étape à l'issue de laquelle l'opérateur gagnant est proclamé.

De cette observation, nous remarquons que l'intensité concurrentielle effective dans ce processus est faible. En effet, le nombre des candidats soumissionnaires est fonction du type de mécanisme d'attribution du contrat de délégation mis en place. Celui-ci est influencé à la fois par la taille du réseau à exploiter et l'existence d'une pré-qualification des candidats, laquelle peut restreindre le nombre des candidats potentiels (Kirkpatrick *et al.*, 2006). Hormis le cas du Mozambique, les appels d'offre (principalement dans les pays de tradition francophone) portent sur des réseaux exploités par un opérateur national et qui couvrent l'ensemble des milieux urbains des pays. De plus, dans tous les cas observés, une étape de présélection existe et durant celle-ci l'agent public en charge du processus d'attribution de l'exploitation peut user de son pouvoir discrétionnaire pour reléguer un candidat s'il estime, de façon subjective, qu'il ne dispose pas des ressources et capacités désirées.

2.2.3. *Les institutions de régulation*

Les réformes institutionnelles ont aussi touché la fonction de régulation. Il s'est agi d'établir des institutions de contrôle et de supervision des entreprises de distribution d'eau dépourvue de toute interférence de l'autorité politique. L'objectif consistait à réduire les conflits d'intérêts occasionnés par la pratique de l'autorégulation ou de la régulation politique. Ce qui s'est traduit sur le plan institutionnel, notamment, par la mise sur pied et le fonctionnement d'une agence de régulation. Cependant, comme l'illustre le tableau 2.2, la régulation est organisée selon trois institutions principales (AfDB-WPP, 2010).

La première institution c'est l'agence de régulation. Quatorze (14) entreprises issues de huit (8) pays de l'échantillon des données à notre disposition sont régulées par une agence de régulation. Elle est en charge du contrôle aussi bien des entreprises sous gestion publique (par exemple : Ghana, Kenya, Tanzanie, Zambie) que de celles avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service (par exemple : Cape Vert, Mozambique, Niger,). Pour remédier à la contrainte en limitation de personnel en quantité et en qualité qui guettent les agences de régulation dans les pays en voie de développement (Laffont, 2005 ; Parker *et al.*, 2008 ; Estache & Wren-Lewis, 2009), plutôt que de créer des agences de régulation décentralisées (vue le caractère local du service de l'eau), les pays d'Afrique Subsaharienne observés ont créé des agences de régulation nationales, sectorielles (par exemple : Kenya, Zambie) et quelques fois, multisectorielles (par exemple au Niger, Rwanda).

L'agence de régulation est en charge de la régulation des tarifs, de la qualité du service, de la concurrence pour le marché et la protection des consommateurs. Une pile des documents juridiques dont les lois et les décrets fixent le caractère autonome

et indépendant de cette institution. Option institutionnelle qui permet d'améliorer la clarté, la régulation par l'agence augmente le niveau de transparence et permet d'attirer des investissements lorsqu'elle est crédible.

Tableau 2.2. Institutions de régulation (2000-2005)

Pays	Compagnies	Agence de régulation	Contrat de performance	Autorégulation
Afrique du Sud	Drakenstein	-	-	2002-2005
Afrique du Sud	Ethekwini	-	-	2004-2005
Benin	Soneb	-	-	2004-2005
Burkina Faso	Onea	-	2001-2005	-
Cape Vert	Electra	2003-2005	-	2000-2002
Côte d'Ivoire	Sodeci	-	2000-2005	-
Ethiopie	Adama	-	2004-2005	-
Ethiopie	Awsa	-	2001-2004	-
Ghana	Gwc	2001-2005	-	-
Kenya	Kiwasco	2004-2005	-	-
Kenya	Nwasco	2004-2005	-	-
Madagascar	Jirama	-	-	2000-2005
Malawi	Bwb	-	-	2000-2005
Malawi	Crwb	-	-	2000-2005
Malawi	Lwb	-	-	2003-2005
Mozambique	Beira	2002-2005	-	-
Mozambique	Nampula	2002-2005	-	-
Mozambique	Pemba	2002-2005	-	-
Mozambique	Quelimane	2002-2005	-	-
Namibie	Walvis Bay	-	-	2000-2005
Namibie	Windhoek	-	-	2005
Niger	Seen	2002-2005	-	2001
Nigeria	Borno	-	-	2000-2005
Nigeria	Kaduna	-	-	2005
Nigeria	Lagos	-	-	2002-2005
Nigeria	Plateau	-	-	2003-2005
Ouganda	Nwsc	-	2000-2005	-
Rwanda	Electrogaz	2000-2005	-	-
Sénégal	Sde	-	2000-2005	-
Tanzanie	Duwasco	2005	-	-
Tanzanie	Mwsa	2003-2005	-	-
Zambie	Lwsc	2001-2005	-	-
Zambie	Swsc	2003-2005	-	-

Source : Auteur sur base du rapport de Barnejee *et al.*, (2008), AfDB-WPP (2010), sites internet des entreprises si disponibles. A l'intérieur du tableau se trouvent consignées les périodes où une entreprise donnée est observée dans une catégorie donnée.

La deuxième institution de régulation c'est la régulation par contrat de performance (par exemple : Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ouganda, Sénégal) supervisé soit par un département au sein d'un ministère soit par la société de patrimoine. Il stipule les règles relatives à : (i) la fixation des prix (la tarification) avec pour principe le recouvrement des coûts, (ii) les objectifs d'efficacité technique (réduction des taux de pertes d'eau sur le réseau) et financière (taux de collection des factures), (iii) la qualité du service énoncée dans un cahier des charges, (iv) la remise en concurrence pour le marché par un processus d'appel d'offres de la fourniture du service au terme du contrat, (v) la protection des consommateurs (partie non signataire du contrat) notamment par le principe d'égalité du service (Trémolet & Binder, 2010).

L'autorégulation⁷ est la troisième institution de régulation rencontrée dans le secteur. Huit (8) pays conservent ce type de régulation pour superviser un total de quinze (15) entreprises en une année donnée. Ce modèle de régulation est observé dans les pays tels que l'Afrique du Sud, le Malawi, le Nigeria. Elle est appliquée par les municipalités, les départements ministériels ou les entreprises publiques. Lorsqu'elle est directe, l'opérateur public veille à la conformité des standards de qualité et il peut fixer les tarifs ou en soumettre les modifications à l'approbation des municipalités ou d'un département ministériel (Trémolet & Binder, 2010).

⁷ Dans ce travail, nous retenons le terme « autorégulation » chaque fois qu'il n'y a ni agence de régulation ni contrat de performance pour contrôler les entreprises du secteur. La régulation se fait directement par l'entreprise elle-même ou par une autorité politique.

2.2.4. Notre typologie des entreprises de distribution d'eau

Les présentations du contexte institutionnel dans le secteur de la distribution de l'eau telles que réalisées aux points 2.2.2 et 2.2.3 se sont intéressées à deux aspects. D'une part, nous avons décrit la manière dont la gestion et l'exploitation de la distribution d'eau s'est opérée en Afrique Subsaharienne durant la période étudiée (c'est-à-dire 2000 à 2005). D'autre part, nous avons mis en lumière les pratiques institutionnelles en matière de régulation pour la même période observée. Cependant, une observation approfondie fait remarquer que les réformes ont souvent concerné plus qu'une seule dimension institutionnelle.

En effet, dans le cas qui nous concerne, une typologie émerge. Elle distingue trois catégories principales des entreprises de distribution de l'eau qui peuvent se décliner comme suit.

- La catégorie, que nous dénommons, « Régulation – Privé » est constituée des entreprises avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service supervisées, en une année donnée, par un type de régulation qui est soit une agence de régulation soit un contrat de performance ;
- La catégorie, que nous appelons, « Régulation – Publique » comprend les entreprises sous gestion publique supervisées, en une année donnée, par un type de régulation qui est soit une agence de régulation soit un contrat de performance ;
- La catégorie, appelée, « Autre » dont les entreprises constitutives sont, principalement, les entreprises publiques avec autorégulation, les entreprises

avec participation du secteur privé avant l'introduction d'une autorité de régulation par agence ou par contrat de performance.

Tableau 2.3. Notre typologie de l'organisation des entreprises de distribution de l'eau (2000-2005)

Pays	Compagnies	Catégorie Régulation – Privé	Catégorie Régulation – Publique	Catégorie Autre
Afrique du Sud	Drakenstein	-	-	2002-2005
Afrique du Sud	Ethekwini	-	-	2004-2005
Benin	Soneb	-	-	2004-2005
Burkina Faso	Onea	2001-2005	-	2000
Cape Vert	Electra	2003-2005	-	2000-2002
Côte d'Ivoire	Sodeci	2000-2005	-	-
Ethiopie	Adama	-	2004-2005	-
Ethiopie	Awsa	-	2001-2004	-
Ghana	Gwc	2005	2001-2004	-
Kenya	Kiwasco	-	2004-2005	-
Kenya	Nwasco	-	2004-2005	-
Madagascar	Jirama	-	-	2000-2005
Malawi	Bwb	-	-	2000-2005
Malawi	Crwb	-	-	2000-2005
Malawi	Lwb	-	-	2003-2005
Mozambique	Beira	2002-2005	-	-
Mozambique	Nampula	2002-2005	-	-
Mozambique	Pemba	2002-2005	-	-
Mozambique	Quelimane	2002-2005	-	-
Namibie	Walvis Bay	-	-	2000-2005
Namibie	Windhoek	-	-	2005
Niger	Seen	2003-2005	-	2001-2002
Nigeria	Borno	-	-	2000-2005
Nigeria	Kaduna	-	-	2005
Nigeria	Lagos	-	-	2002-2005
Nigeria	Plateau	-	-	2003-2005
Ouganda	Nwsc	2000-2004	2005	-
Rwanda	Electrogaz	2003-2005	2001-2002	2000
Sénégal	Sde	2000-2005	-	-
Tanzanie	Duwasco	-	2005	-
Tanzanie	Mwsa	-	2003-2005	-
Zambie	Lwsc	-	2001-2005	-
Zambie	Swsc	-	2003-2005	-

Source : Auteur sur base du rapport de Barnejee *et al.*, (2008), AfDB-WPP (2010), sites internet des entreprises si disponibles. A l'intérieur du tableau se trouvent consignées les périodes où une entreprise donnée est observée dans une catégorie donnée.

Le tableau 2.3 illustre cette typologie et les éléments qui suivent peuvent être relevés. Premièrement, douze (12) entreprises issues de neuf (9) pays font partie de la catégorie « Régulation – Privé » ; onze (11) compagnies provenant de sept (7) pays tombent dans la catégorie « Régulation – Publique » et seize (16) opérateurs appartenant à dix (10) pays composent la catégorie « Autre ».

Deuxièmement, des entreprises telles que Burkina Faso (Onea), Cape Vert (Electra), Ghana (Gwc), Niger (Seen), Ouganda (Nwsc), Rwanda (Electrogaz) appartiennent à plus d'une catégorie selon la typologie identifiée à cause des différences dans la période d'implémentation des deux types de réformes institutionnelles qui les ont affectées. Par exemple, pour le Rwanda, l'agence de régulation est devenue opérationnelle en 2001 alors que la participation du secteur privé dans la gestion a été rendue effective en 2003. Par conséquent, la compagnie Rwanda (Electrogaz) appartient, respectivement, à la catégorie « Autre » durant l'année 2000, à la catégorie « Régulation – Publique » durant les années 2001 et 2002 et à la catégorie « Régulation – Privé » dans la période 2003-2005.

La plupart des études empiriques (Estache & Kouassi, 2002 ; Kirkpatrick *et al.*, 2006) qui se sont concentrées sur la question de l'organisation institutionnelle dans le secteur de l'eau en Afrique se sont limitées à une distinction des entreprises selon la propriété en utilisant une catégorisation binaire. Autrement dit, ils ont étudié la question de la propriété en distinguant la propriété privée de la propriété publique. Notre travail va au-delà de cette typologie binaire et il adopte des catégories plus larges qui mettent en relation plus d'une dimension de la réforme institutionnelle observée dans le secteur durant la période étudiée. Cette typologie est clairement approximative. Néanmoins, elle reflète la physionomie générale réelle des entreprises de distribution d'eau et elle est utile pour une modélisation de l'effet de ces catégories

organisationnelles d'opérateurs sur la performance dans le secteur. Bien que le nombre d'observations soit limité, les données sont indicatrices qu'il existe une diversité des modes d'organisation pour un secteur qui fournit le même service public. Nous cherchons à analyser, notamment, l'effet d'une telle typologie organisationnelle sur la performance en termes d'efficacité technique et d'effectivité des différents opérateurs impliqués dans la distribution de l'eau.

2.3. Hypothèses

Avant de nous étaler sur les hypothèses que nous allons tester dans les chapitres empiriques de cette recherche, il nous paraît utile de préciser l'approche que nous allons utiliser pour les mesures de performance. Celle-ci s'appuie sur les concepts d'efficacité technique⁸ (et d'effectivité) et de frontière de production. L'efficacité technique est la capacité pour une entreprise de maximiser son output étant donné les ressources à sa disposition. Quant à l'effectivité, elle traduit la capacité, pour une entreprise, d'atteindre 100% d'objectifs lui assignés dans sa juridiction d'activités.

Autrement dit, nous soutenons que les dirigeants des entreprises de distribution d'eau doivent, avec les ressources à leur disposition, maximiser le volume d'eau distribué et la population desservie (efficacité technique) et distribuer une eau de qualité à toute la population résidant sur le périmètre dont l'exploitation leur est confiée. Ces deux mesures de performance sont des mesures relatives parce qu'elles concernent un échantillon des données observées et elles supposent une comparaison entre les valeurs observées et les valeurs optimales définies par la frontière de production.

⁸ Tout au long de ce travail, efficacité technique et efficacité productive sont employés de façon équivalente.

Pour justifier ce choix, nous nous appuyons sur les arguments présentés par Pestieau & Tulkens (1993) et Pestieau (2009). Pour mesurer la performance du secteur public de façon consistante, le critère d'efficacité technique est plus fiable. En effet, l'efficacité technique est le seul objectif dont l'évaluation ne prévient pas la réalisation des autres objectifs multiples et parfois contradictoires du secteur public⁹. Ne pas maximiser son output, ou utiliser de ressources de façon excessive, en comparaison à ce qui est techniquement réalisable ne peut être justifié sur base des autres objectifs du secteur public. De plus, l'estimation de la frontière de production et les mesures d'efficacité technique (d'effectivité) exigent la connaissance des informations sur les quantités physiques des outputs et des inputs. Celles-ci sont généralement disponibles au niveau des entreprises et elles sont rapportées de façon consistante et fiable comparativement aux données financières et monétaires.

2.3.1. Effet de la propriété sur l'efficacité productive

Soit une autorité publique (centrale ou locale) en charge de la fourniture du service public de distribution d'eau qui cherche un mode d'organisation qui minimise les coûts de production. Le choix auquel elle est confrontée est soit de produire elle-même le service à travers l'une de ses agences ou l'un de ses départements (gestion directe) ou d'en déléguer la fourniture à un opérateur privé avec lequel il signe un contrat.

Précisons dès le départ, qu'aucun cas de privatisation stricte n'a été observé dans ce secteur. Il y a privatisation stricte lorsqu'un Gouvernement procède à la vente ou au transfert des actifs, propriété du secteur public, à des agents économiques appartenant

⁹ Les objectifs peuvent être catégorisés en trois classes : les objectifs macroéconomiques, les objectifs allocatifs et les objectifs d'équité (Pestieau, 2009).

au secteur privé (Megginson & Netter, 2001 ; Parker & Kirkpatrick, 2005). Cependant, la notion de la participation du secteur privé retenue dans ce travail épouse celle de partenariat public privé c'est-à-dire une relation établie entre une autorité publique et un opérateur privé et dont l'objet est la réalisation des investissements et la fourniture du service public selon les termes convenus dans un contrat signé entre les deux (2). La différence entre ces types variés d'arrangements contractuels (tels que décrit aux points 2.2.2.2 et 2.2.2.3) réside dans l'importance de l'implication de l'opérateur privé dans le service, le degré du risque qu'il va assumer et les investissements à sa charge.

Dans la littérature empirique, il est reconnu que la concurrence, et non pas la nature de la propriété, est un déterminant de l'efficacité (voir par exemple Parker & Kirkpatrick, 2005). Cependant, comme le signale Kirkpatrick *et al.*, (2006), les études relatives à la privatisation dans le secteur de l'eau dans les pays en voie de développement ont été menées en supposant que la propriété privée conduit à une meilleure performance. Autrement dit, le processus de production est organisé de façon efficace par un opérateur privé que par une compagnie (agence) publique. Un certain nombre d'arguments sous-tend cette hypothèse et nous en relevons quelques-uns ci-dessous.

Premièrement, les incitations à l'efficacité sont plus élevées dans une entreprise privée que dans une entreprise publique. En effet, Hart *et al.*, (1997) placent l'allocation des droits au contrôle résiduel à la base de l'arbitrage entre produire le service public par une agence publique et le déléguer à un opérateur privé. Le droit au contrôle résiduel c'est le droit d'utiliser un actif de toutes les façons non interdites par la loi, les coutumes ou un contrat précédent (voir Grossman & Hart, 1986 ; Hart, 1988). Le cadre d'analyse de Hart *et al.*, (1997) suppose que les contrats sont

incomplets. Par conséquent, relativement à une agence publique, les incitations à l'efficacité (c'est-à-dire à réduire les coûts) sont plus élevées pour un opérateur privé auquel la fourniture du service public a été confiée grâce à la signature d'un contrat avec l'autorité publique. Ces fortes incitations s'expliquent par le fait que l'opérateur privé dispose des droits au contrôle résiduel alors que ces derniers appartiennent au Gouvernement lorsque la fourniture du service est publique. Il y a arbitrage entre la réduction des coûts et l'amélioration de la qualité car il existe un lien négatif entre les deux. Autrement dit, pour améliorer la qualité, il faut augmenter les coûts (et non pas les réduire). Par conséquent, fournir le service public par une agence publique peut être justifié si les conséquences néfastes de la réduction des coûts sur la qualité sont plus importantes.

De plus, la littérature sur le gouvernement d'entreprises (Charreaux, 1997 ; Shleifer & Vishny, 1997) suggèrent que la supériorité relative des entreprises privées par rapport aux entreprises publiques peut être expliquée par la force des mécanismes d'incitations et de contrôle interne et externe¹⁰ dans les entreprises privées. En effet, il existe une relation d'agence entre les propriétaires (l'Etat dans une entreprise publique ou actionnaires dans une entreprise privée) et l'équipe dirigeante de l'entreprise publique ou privée, chargée de fournir le service public. D'où la nécessité de mettre en place des mécanismes d'incitation et de contrôle du management de l'entreprise. Ces mécanismes permettent de s'assurer de la convergence entre les objectifs des propriétaires et ceux de l'équipe chargée de la gestion courante de l'entreprise ; celle-ci pouvant utiliser son avantage informationnel pour entreprendre

¹⁰ Les mécanismes externes portent sur la discipline et les pressions exercées par les marchés des dirigeants, financiers, des biens et services. Les mécanismes de contrôle interne concernent, notamment, le contrôle direct de l'actionnaire ou par le biais du conseil d'administration.

des actions qui servent ses intérêts personnels plutôt que les objectifs fixés par les propriétaires de l'entreprise. Ces mécanismes sont crédibles et puissants dans une entreprise privée.

Deuxièmement, l'objectif de l'entreprise privée (c'est-à-dire la maximisation de son profit) s'énonce de façon claire et non ambiguë. A l'inverse, les autorités publiques ont d'autres objectifs que la maximisation du profit. Il en vient que les entreprises publiques sont confrontées à un ensemble d'objectifs multiples et conflictuels qui associent objectifs sociaux, commerciaux, électoraux et pour lesquels il est difficile de mesurer les niveaux des réalisations (Mbangala, 2007). Dans le cas où la maximisation du bien-être social peut être retenu comme objectif du Gouvernement, le bien-être social possède plusieurs dimensions et il est difficile à mesurer (Megginson & Netter, 2001 ; Pestieau, 2009). De plus, plutôt que d'être bienveillant, le Gouvernement ou l'autorité de régulation peuvent être malveillant et défaillants préférant servir des intérêts particuliers plutôt que l'intérêt général (Tirole, 1990 ; Estache & Wren-Lewis, 2009 ; Stiglitz, 2009). Ces défaillances du Gouvernement ou du régulateur et la difficulté à mesurer le bien-être social entament négativement l'efficacité des entreprises publiques comparativement aux entreprises privées.

Troisièmement, dans notre cas, la participation du secteur privé à l'exploitation du service de l'eau est précédée par une concurrence pour le marché. Des objectifs de performance sont associés aux contrats de gestion et les formules de rémunération dans les contrats d'affermage sont incitatives à l'efficacité technique et financière. Le fait que l'opérateur privé soit choisi à la suite d'une procédure d'appels d'offres peut expliquer la supériorité relative de son efficacité productive. En effet, en présence d'un monopole naturel, à défaut d'avoir une concurrence dans le marché, la procédure des enchères permet d'organiser une concurrence pour le marché grâce à laquelle est

sélectionné l'opérateur efficace c'est-à-dire celui qui fait l'offre la plus compétitive (en termes du couple qualité-prix).

L'organisation de ce processus des enchères peut être complexe et butée à des difficultés telle que l'autorité publique peut être confrontée à la malédiction du vainqueur (Capen, Clap & Campbell, 1971 ; Chong *et al.*, 2006, Saussier *et al.*, 2009). D'une part, l'offre gagnante peut avoir été présentée par la firme soumissionnaire la plus optimiste qui, de façon non intentionnelle, a sous-évalué les coûts de production ou surévalué les revenus à venir. D'autre part, les firmes candidates peuvent proposer, de façon stratégique, des offres où elles sous-estiment les coûts de production ou surestime les revenus futurs dans le but de remporter l'appel d'offres et exiger des renégociations ultérieurement.

L'efficacité de la procédure d'appels d'offres devrait permettre un arbitrage entre stimuler la concurrence entre les participants, partager les risques entre l'opérateur et l'autorité publique et donner à l'opérateur gagnant des incitations pour minimiser ses coûts de production (McAfee & McMilan, 1987). Néanmoins, cette efficacité peut être entamée par des facteurs tels que : la collusion des opérateurs potentiels et/ou la capture de l'agent public en charge de l'organisation de la procédure qui facilite le favoritisme (Laffont, 1993 ; Caillaud, 2001 ; Klemperer, 2002 ; Amaral *et al.*, 2009).

En définitive, la force des mécanismes d'incitation, de contrôle interne et externe, la clarté des objectifs dans une entreprise privée et le fait qu'elle est choisie à la suite d'une procédure d'appels d'offre permet de soutenir l'hypothèse ci-dessous.

Hypothèse 1a : Du point de vue de l'efficacité technique, les opérateurs privés sont plus performants que les entreprises publiques.

2.3.2. Effet de la propriété sur l'expansion du service

La plupart d'arguments théoriques évoqués ci-dessus font apparaître que la délégation du service public au secteur privé améliorerait (conduit à une plus grande) l'efficacité technique. Néanmoins, il n'y a pas de conclusion théorique claire lorsqu'il s'agit de se pencher sur la question relative à la privatisation comme facteur de l'expansion significative ou du développement du réseau (Ros & Barnejee, 2000 ; Zhang *et al.*, 2002).

Traditionnellement, en Afrique Subsaharienne, ce sont les entreprises publiques qui fournissent le service public de l'eau. Leur fonction objectif inclut la desserte d'une eau de qualité au plus grand nombre possible des consommateurs. Cet objectif d'intérêt général s'accompagne des prix fixés par le Gouvernement à des niveaux inférieurs au coût marginal encouru. Dans pareil contexte, des transferts de la part de l'autorité publique devraient être nécessaires pour assurer la viabilité financière de l'entreprise publique. Ce qui n'est pas le cas dans le contexte de ces pays marqués par des limitations fiscales (Estache & Wren-Lewis, 2009). Pour y remédier et desservir le plus de population, les subventions croisées qui ciblent l'expansion du réseau (par exemple entre les régions riches et les régions pauvres) sont la solution possible bien qu'elle nécessite de faire un arbitrage entre augmenter les taux de couverture et appliquer des prix abordables pour les consommateurs.

Par ailleurs, déléguer le service de l'eau à un opérateur privé se fait accompagner d'un changement de la fonction objectif étant donné que l'entreprise privée est préoccupée par la maximisation de son profit. Elle ne pourrait s'intéresser à développer les taux de couverture du service (c'est-à-dire l'accès) que si ce dernier objectif s'intègre dans ses plans de maximisation du profit.

Pour les entreprises de distribution d'eau observées, les deux types de contrat dominants qui consacrent la relation entre le secteur privé et l'autorité publique sont le contrat de gestion et le contrat d'affermage. Outre le fait de transférer un niveau de risque limité au secteur privé (contrat de gestion) ou d'assurer un partage de risques (contrat d'affermage), ces deux types de contrats étaient supposés faire bénéficier le secteur de l'eau de l'expertise (savoir-faire) du secteur privé pour améliorer son efficacité. Cette amélioration d'efficacité était la condition des bailleurs des fonds pour les financements. En effet, en faisant le choix d'un contrat de gestion ou d'affermage, l'autorité publique demeure le principal responsable du financement des investissements grâce, notamment, aux aides, dons extérieurs et aux fonds des institutions de financements bilatéraux et multilatéraux. Ces dernières offrent des conditions de prêts plus avantageuses (prêts concessionnels, durée de prêts et périodes de grâce) que les banques d'investissement du privé souvent impliqués dans les prêts concessifs au secteur privé (Blanc & Ghesquières, 2006 ; Dupont, 2011).

L'hypothèse qui résulte de ce qui précède peut s'énoncer comme suit :

Hypothèse 1b : La participation du secteur privé à la gestion ou à l'exploitation du service de l'eau conduit à une expansion des taux de couverture du service (de l'effectivité).

2.3.3. Effets de la régulation économique sur l'efficacité technique et l'expansion du service de l'eau

Le service de distribution de l'eau est un monopole naturel local, limité à une municipalité, une ville ou une sous-région, à cause d'une part de la difficulté et des coûts élevés de transport et de stockage de l'eau¹¹ et d'autre part, les obligations de qualité de l'eau requièrent que l'usine de traitement et le lieu de consommation soient proches. Par conséquent, un réseau unique dessert l'ensemble de la population d'une localité ou d'une région donnée. De plus, le service de l'eau possède les caractéristiques ci-après.

- (i) Il présente des économies d'échelle et de densité : Les économies d'échelle traduisent la propriété de sous-additivité de la fonction des coûts c'est-à-dire qu'il est plus économique qu'une seule firme distribue le service de l'eau (dans une municipalité, une ville ou une sous-région) que pour plusieurs firmes concurrentes. Quant aux économies de densité, elles traduisent le fait que plus le nombre des clients augmentent dans le voisinage d'un réseau de distribution d'eau, plus faibles seront les coûts moyens du réseau (Svedoff & Spiller, 1999 ; Menard, 2009).
- (ii) Il est constitué des investissements spécifiques coûteux (station de traitement d'eau, réseau de distribution de l'eau etc.) et rentables uniquement dans le long terme. Un actif spécifique ne peut qu'être alloué à une transaction bien déterminée ; sa réallocation à une transaction différente est soit impossible soit elle exige des coûts excessifs.

¹¹ Le transport de l'eau peut cependant se faire sur de longues distances lorsqu'il y a rareté ou mauvaise répartition de la ressource en eau rendant obligatoire d'acheminer l'eau d'une zone riche en eau vers une zone en déficit.

- (iii) C'est un service public vital et essentiel pour la population. En tant que tel, il devrait répondre aux principes généraux du service public, à savoir : l'égalité des usagers et la continuité du service. L'égalité des usagers exprime le fait que tout le monde devrait y avoir accès s'il en exprime la demande auprès de l'entreprise attitrée. La continuité du service équivaut à la disponibilité non interrompue de l'eau qui répond aux normes de qualité telles qu'édictées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

Ces trois caractéristiques ont comme résultante que l'autorité publique (locale ou centrale) tend à "*politiser la tarification dans le secteur et à se comporter de façon opportuniste (équivalent à l'expropriation) vis-à-vis de l'entreprise, publique ou privée, qui investit dans le secteur*" (Svedoff & Spiller, 1999). De plus, selon les mêmes auteurs, elles ont "*une implication pour le développement des structures de régulation*".

Dans la littérature, la question relative à la régulation économique, comme déterminant de l'efficacité et de l'expansion de l'investissement, a été abordée selon plusieurs axes dont nous relevons ici deux. Le premier axe s'appuie sur le cadre de la théorie des incitations qui intègre dans sa modélisation l'asymétrie d'information entre l'autorité de régulation et l'entreprise régulée (Baron & Myerson, 1982 ; Laffont & Tirole, 1986 ; Laffont, 1994). Cet axe théorique établit que la régulation peut affecter favorablement l'efficacité d'une entreprise si elle met en place des mécanismes appropriés d'incitation à l'efficacité et à l'investissement (Laffont & Tirole, 1993). Elle soutient que les contrats "*fixed price*" sont des schémas de régulation plus incitatifs que les contrats "*cost plus*" (Laffont, 1994 ; Bajari & Tadelis, 2001). En effet, une entreprise régulée par un contrat "*fixed price*" est

incitée à minimiser ses coûts car tout changement en hausse ou en baisse de ses coûts d'exploitation entraîne une diminution ou une augmentation de son profit. Par contre, les contrats “*cost plus*” sont moins incitatifs car tous les coûts de l'entreprise sont remboursés par l'autorité de régulation. De plus, ce type de contrat conduit à une mauvaise utilisation des inputs (risque de surcapitalisation évoqué par Averch & Johnson, 1962).

Le deuxième axe est celui de la “*Transaction Cost Regulation*” (Spiller, 2011). Selon cet auteur, ce cadre théorique s'intéresse à l'analyse des relations entre le Gouvernement (local ou central) et les investisseurs, publics ou privés, dans les secteurs des services publics. Ce cadre met en lumière le fait qu'en présence des actifs hautement spécifiques (comme c'est le cas dans le secteur de la distribution de l'eau), le Gouvernement peut user d'opportunisme (risque d'expropriation) pour changer les règles du jeu et s'adjuger les quasi-rentes des investisseurs dans le secteur (Spiller, 2008 ; 2011). Ne pas limiter pareil comportement opportuniste est à la base d'une expansion limitée du service (par absence des investissements), des niveaux faibles respectifs d'efficacité opérationnelle et de qualité.

Par conséquent, cette théorie soutient que la mise en place d'un cadre de régulation qui marie, à la fois, crédibilité et flexibilité est une solution qui minimise le risque de ce comportement opportuniste. En d'autres termes, cet arrangement institutionnel soutenu par des institutions politiques et sociales du pays constitue un garde-fou pour les investisseurs car il limite le risque d'expropriation. Parler de la crédibilité signifie que la régulation doit être rigide en ce qu'elle doit constituer un vrai engagement qui rassure les investisseurs et le management des entreprises sur leurs profits futurs. Quant à la flexibilité, elle a trait à la capacité d'adaptation à l'environnement incertain et changeant. Notons que plusieurs auteurs ont montré, théoriquement et/ou

empiriquement, le fait que le risque d'expropriation diminue plus le cadre politique, institutionnel et social d'un pays est fiable, stable et crédible. En effet, il influence la crédibilité et l'efficacité de l'autorité de régulation et partant, il attire et rassure l'investissement. C'est le constat qui ressort des études de Bergara, Henisz & Spiller, 1998 ; Berg & Hamilton, 2000 ; Villalonga, 2000 ; Zelner & Henisz, 2000 ; Abdala, 2001 ; Kirkpatrick, Parker & Zhang (2004) ; Acemoglu, Johnson & Robinson (2004).

Les deux axes théoriques ci-dessus distinguent deux aspects de la régulation : les incitations et la gouvernance. Les premières se réfèrent à la tarification et aux transferts alors que la deuxième s'intéresse aux institutions dont un pays est doté. Gutierrez (2003) considère la gouvernance de régulation comme *“un élément fondamental dans la mise en place d'un cadre de régulation car les incitations améliorent la performance uniquement s'il existe une gouvernance de régulation solide sous forme de « checks and balances » qui limitent la discrétion de l'exécutif et du législatif.”*

De ce qui précède, la nécessité exprimée par les réformes dans le secteur de l'eau et qui consiste à séparer les fonctions politiques de la fonction de régulation s'inscrit dans la logique institutionnelle que nous venons de présenter. Il en a résulté que, dans le secteur de la distribution de l'eau, la régulation économique est organisée sous forme soit d'un système d'agence de régulation indépendante (sectorielle ou multisectorielle) avec des règles formelles sous forme des licences soit par contrat de performance supervisé par un comité indépendant au sein d'un département d'un ministère ou d'une société de patrimoine (WSP-WB, 2009 ; AfDB-WPP, 2010). La mise en place de ces cadres de régulation est l'expression de l'engagement des Gouvernements de privilégier un contrôle et une supervision des entreprises du secteur dépourvu des pressions et interférences politiques. Choisir d'implémenter soit

une agence de régulation soit une régulation par contrat de performance relève d'une hypothèse implicite que ces deux types institutionnelles sont équivalents. Des développements qui précèdent, nous formons les hypothèses suivantes.

Hypothèse 2a: Réguler par agence conduit à une efficacité productive plus élevée.

Hypothèse 3a : Réguler par contrat de performance conduit à une efficacité productive plus élevée.

Hypothèse 2b: Réguler par une agence de régulation augmente la crédibilité du secteur, l'investissement et partant, les taux de couverture du service (l'effectivité).

Hypothèse 3b: Réguler par contrat de performance augmente la crédibilité du secteur, l'investissement et partant, les taux de couverture du service (l'effectivité).

Comme déjà indiqué dans la section précédente, notre travail va au-delà d'une typologie binaire et il identifie trois catégories d'entreprises de distribution d'eau. Il s'agit des catégories « Régulation – Privé », « Régulation – Publique » et « Autre ». Le résultat attendu de la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service de l'eau et de la mise en place d'une institution de régulation, tel que décrit ci-haut, étant une plus grande efficacité et des taux de couverture du service plus élevé, les hypothèses suivantes peuvent être tirées de la combinaison de ces deux aspects institutionnels.

Hypothèse 4a : Les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé » sont plus efficaces que les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Autre ».

Hypothèse 5a : Les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Publique » sont plus efficaces que les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Autre ».

Hypothèse 6a : Les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé » sont plus efficaces que les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Publique ».

Hypothèse 4b : Appartenir à la catégorie « Régulation – Privé » conduit à des taux de couverture du service (des scores d'effectivité) plus élevés qu'appartenir à la catégorie « Autre ».

Hypothèse 5b : Appartenir à la catégorie « Régulation – Publique » conduit à des taux de couverture du service (des scores d'effectivité) plus élevés qu'appartenir à la catégorie « Autre ».

Hypothèse 6b : Appartenir à la catégorie « Régulation – Privé » conduit à des taux de couverture de couverture du service (des scores d'effectivité) plus élevés qu'appartenir à la catégorie « Régulation – Publique ».

2.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation de l'organisation du secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne pour un échantillon de 33 opérateurs entre les années 2000 et 2005. Nous y avons relevé le fait que les législations ont été mises en place pour clarifier les missions dévolues à chaque acteur impliqué dans le secteur. L'autorité publique (locale ou centrale) possède la responsabilité de la fourniture de l'eau, qu'elle peut soit exploiter directement soit en déléguer l'exploitation à la suite d'une procédure d'appel d'offres. La fonction de régulation

s'organise soit par une agence de régulation sectorielle ou multisectorielle ou par la mise en place d'une régulation par contrat de performance supervisé par la société de patrimoine ou une unité départementale spécialisée. A la suite de ce qui précède, une typologie des entreprises de distribution d'eau, qui combine les dimensions gestion et exploitation du service et régulation, de façon simultanée, a été identifiée et mise en lumière.

Sur base des éléments rigoureux tirés du cadre théorique proposé par les travaux de Hart *et al.*, (1997) et Spiller (2008, 2011), nous avons cherché à comprendre la relation possible entre les variables institutionnelles relatives à la propriété et la régulation et la performance dans ce secteur. Ce cadre analytique théorique nous a permis de mettre en exergue des hypothèses qui seront testées dans les chapitres empiriques respectifs, c'est-à-dire les chapitres 3, 4 et 5.

Chapitre 3. Evaluation de l'efficacité technique et du coût implicite des pertes d'eau sur le réseau

3.1. Introduction

La vague des réformes qui ont concerné les secteurs des infrastructures dans le monde et qui ont été impulsées par les bailleurs des fonds durant les années 1990, n'a pas épargné le secteur de l'eau en Afrique Subsaharienne. Parmi les arguments généralement évoqués pour les justifier se trouvent notamment : améliorer l'efficacité des opérateurs et augmenter les taux d'accès au service public de l'eau (Shirley & Menard, 2002 ; Marty & Voisin, 2005 ; Araral, 2009).

Dans ce contexte des réformes, des législations et un nouveau cadre institutionnel ont été mis en place ; les missions de chaque partie prenante (définition de la politique, exploitation du service et fonction de régulation) ont été clarifiées (AMCOW, 2006 ; AfDB-WPP, 2010). Par conséquent, l'Etat (par l'entremise d'un ministère de tutelle) demeure responsable de la formulation de la politique et des stratégies dans le secteur. L'exploitation du service est soit publique soit elle a été transférée à un opérateur privé (après une procédure d'appels d'offres). Lorsqu'elle est publique, la réforme a introduit la commercialisation du service avec espérance qu'elle contribue à améliorer la performance.

En effet, la gestion publique prévaut sous différentes formes : un département au sein d'une autorité locale (Afrique du Sud, Malawi, Namibie, Nigéria), des municipalités propriétaires des entreprises publiques (Kenya, Ethiopie, Tanzanie, Zambie), des agences publiques ou sociétés d'Etat (Ghana, Ouganda). Des pays tels que Burkina Faso, Ghana, Mozambique, Ouganda, Rwanda ont choisi d'impliquer un partenaire

privé dans la gestion, par l'entremise d'un contrat de gestion. La délégation de l'exploitation du service de l'eau comprend la signature d'un contrat d'affermage (Côte d'Ivoire, Niger, Sénégal) ou de concession (Cape Vert) entre l'autorité publique et un opérateur privé.

Quant à la fonction de régulation, à part les cas d'autorégulation rencontrés dans quelques pays (Afrique du Sud, Malawi, Namibie, Nigeria), elle s'organise soit sous forme d'une régulation par contrat de performance supervisé par un département d'un ministère ou par la société de patrimoine (Burkina Faso, Sénégal, Côte d'Ivoire) soit par une agence de régulation autonome sectorielle ou multisectorielle (Ghana, Kenya, Mozambique, Niger, Rwanda, Tanzanie, Zambie).

Ces réformes institutionnelles ont généralement tourné autour de plus d'une dimension. En effet, trois groupes d'opérateurs de distribution d'eau peuvent être identifiés sur base des informations disponibles dans le cadre de cette étude. D'une part, les entreprises avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation supervisées soit par une agence de régulation indépendante ou un contrat de performance (catégorie « Régulation – Privé »). D'autre part, des entreprises publiques supervisées par une agence de régulation indépendante ou un contrat de performance (catégorie « Régulation – Publique »). Enfin, des entreprises que nous avons classé dans la catégorie « Autre » parce qu'elles n'appartiennent pas aux deux groupes précités. Il s'agit des entreprises publiques autorégulées et des entreprises avec participation du secteur privé avant qu'une agence de régulation ou un contrat de performance ne soient opérationnels pour superviser le secteur. Le tableau 3.1 en donne une illustration.

Tableau 3.1. Notre typologie de l'organisation des entreprises de distribution de l'eau (2000-2005)

Pays	Compagnies	Catégorie Régulation – Privé	Catégorie Régulation – Publique	Catégorie Autre
Afrique du Sud	Ethekwini	-	-	2002-2005
Burkina Faso	Onea	2001-2005	-	2000
Cape Vert	Electra	2003-2005	-	2000-2002
Côte d'Ivoire	Sodeci	2000-2005	-	-
Ethiopie	Awsa	-	2001-2004	-
Ghana	Gwc	2005	2001-2004	-
Kenya	Kiwasco	-	2004-2005	-
Kenya	Nwasco	-	2004-2005	-
Malawi	Bwb	-	-	2000-2005
Malawi	Crwb	-	-	2000-2005
Malawi	Lwb	-	-	2003-2005
Mozambique	Beira	2002-2005	-	-
Mozambique	Nampula	2002-2005	-	-
Mozambique	Pemba	2002-2005	-	-
Mozambique	Quelimane	2002-2005	-	-
Namibie	Walvis Bay	-	-	2000-2005
Namibie	Windhoek	-	-	2005
Niger	Seen	2003-2005	-	2001-2002
Nigeria	Kaduna	-	-	2005
Nigeria	Lagos	-	-	2002-2005
Nigeria	Plateau	-	-	2003-2005
Ouganda	Nwsc	2000-2004	2005	-
Rwanda	Electrogaz	2003-2005	2001-2002	2000
Sénégal	Sde	2000-2005	-	-
Tanzanie	Mwsa	-	2003-2005	-
Zambie	Lwsc	-	2001-2005	-
Zambie	Swsc	-	2003-2005	-

Source : Auteur sur base du rapport de Barnejee *et al.*, (2008), AfDB-WPP (2010), sites internet des entreprises si disponibles. A l'intérieur du tableau se trouvent consignées les périodes où une entreprise donnée est observée dans une catégorie donnée.

Par ailleurs, l'eau distribuée aux consommateurs est obtenue à partir du captage d'une eau brute (de surface ou souterraine) qui est traitée pour devenir potable, stockée puis transportée vers le réseau de distribution. Malheureusement, tout le volume d'eau produit qui entre dans le réseau de distribution ne parvient pas aux consommateurs finaux à cause des pertes dans le système, conséquence des canalisations usées ou rompues, des joints qui cèdent et des connexions illégales. Plus élevés sont les niveaux de pertes d'eau sur le réseau (au-delà au niveau optimal autorisé étant donné

la géographie de la zone exploitée), moins important sera le volume distribué aux clients finaux et par conséquent, plus seront négativement affectées les recettes de l'entreprise et sa viabilité financière.

Pour réduire ces volumes d'eau perdue, les opérateurs peuvent soit augmenter les frais de maintenance ou investir en capital pour remplacer les canalisations usées. Ce coût implicite supplémentaire en exploitation et maintenance et en capital est appelé « shadow price » des pertes d'eau sur le réseau. Il s'agit d'un coût supplémentaire pour réduire le volume d'eau perdue d'une unité. Cette information est particulièrement importante pour les opérateurs étant donné qu'un manager rationnel cherchera à comparer ces coûts supplémentaires encourus et les coûts des autres inputs avant de décider sur la combinaison optimale des ressources à utiliser. De façon particulière, les réformes de commercialisation des services publics d'eau et les contrats d'affermage (voir par exemple Niger, Sénégal, Zambie) adoptés selon les pays ont intégré des objectifs de réduction des pertes d'eau sur le réseau dans les outils de régulation, notamment dans la régulation coup de projecteur ou les formules de rémunération des opérateurs (Brocklehurst & Janssens, 2004 ; Nwasco, 2005 ; Blanc & Ghesquière, 2006 ; Dupont, 2010).

Notre objectif dans ce chapitre est de comparer les niveaux d'efficacité technique d'un échantillon d'opérateurs de distribution d'eau en Afrique Subsaharienne. De plus, nous examinons l'effet de la typologie institutionnelle identifiée ci-dessus sur l'efficacité technique de ces entreprises. Enfin, nous estimons le « shadow price » des pertes d'eau sur le réseau.

Pour parvenir à notre finalité, d'une part, nous estimons une fonction de production flexible de type translog en suivant le modèle de Battese & Coelli (1995) car il permet à la fois d'estimer la frontière de production et le modèle d'inefficacité technique. Pour évaluer le « shadow price » des pertes d'eau sur le réseau, nous avons recours à l'approche déterministe « Parametric Linear Programming, PLP » à cause de la facilité qu'elle offre d'imposer les contraintes de monotonie en tout point des données. En effet, bien que les paramètres de la frontière de production par la SFA dispose des signes attendus au point moyen, les contraintes de monotonie ne sont pas satisfaites en tout point des données.

Cette évaluation concerne un panel des données non balancées de 27 opérateurs entre les années 2000 à 2005. Les données sont tirées de la base des données du projet « Africa Infrastructure Country Diagnostic, AICD » dirigé par la Banque Mondiale et qui pose un diagnostic sur les infrastructures africaines. Cette base des données, mise en place dans le cadre de la première phase de ce projet, rassemble des informations pour les opérateurs issus de 24 pays d'Afrique Subsaharienne. Ceux-ci sont représentatifs de 85% du produit intérieur brut, de la population et du flux d'aide en infrastructures destiné à cette partie du monde.

Outre l'introduction et la conclusion, ce chapitre est ventilé en 5 sections comme suit. Une section qui fait un relevé de la littérature sélective et pertinente en rapport avec l'efficacité technique dans la gestion des services publics de l'eau. Elle est suivie par une section qui présente la méthodologie avant que ne soient étalées la source des données et les variables retenues dans cette étude. Enfin, les statistiques descriptives et les résultats des estimations sont exposés et expliqués.

3.2. Revue de la littérature

Depuis des décennies, des chercheurs ont entrepris d'analyser l'efficacité dans la gestion des services publics de l'eau. En effet, ils ont été attirés par son caractère de monopole naturel, l'importance de la régulation et les réformes entreprises par les Gouvernements dans cette industrie (Abbot & Cohen, 2009). Par exemple, Gonzalez-Gomez & Garcia-Rubio (2008), Estache *et al.*, (2006) et Abbot & Cohen (2009) présentent une revue de la littérature empirique dans le secteur aussi bien pour les pays développés (Etats-Unis, Angleterre et Pays de Galles, Japon, Australie, Italie, Espagne, etc.) que pour les pays en voie de développement (Pérou, Brésil, Mexique, Argentine, Mexique etc.). Les questions de recherche ont tourné autour de : l'existence des économies d'échelle, l'existence des économies d'envergure, l'impact de la propriété sur la performance et la régulation.

Dans la littérature empirique existante, c'est la fonction des coûts qui est généralement estimée pour deux raisons. Premièrement, elle se prête facilement au caractère multi-outputs et multi-inputs du secteur. Deuxièmement, les entreprises dans le secteur sont dans l'obligation de satisfaire une demande existante et partant, elles ne sont pas libres de choisir le niveau d'output qu'elles souhaiteraient offrir. L'output étant ainsi déterminé de façon exogène, l'entreprise qui, par son essence maximise le profit, devrait minimiser ses coûts pour demeurer viable. Toutefois, quelques études procèdent à l'estimation de la fonction de production car elle ne requière que la connaissance des variables physiques.

De façon générale, le volume d'eau distribué aux consommateurs est l'output le plus utilisé dans la littérature (voir par exemple : Anwandter & Ozuna, 2002 ; Antonioli & Fillipini, 2001 ; Bottaso & Conti, 2003 ; Erbetta & Cave, 2006 ; Lin 2005, Coelli

& Walding, 2006, Garcia-Sanchez, 2006 ; Kirpatrick *et al.*, 2006 ; Erbetta & Cave, 2007, Filippini *et al.*, 2008 ; Picazo-Tadeo *et al.*, 2008 ; 2009). Ce choix se justifie parce qu'il existe une corrélation entre celui-ci et les recettes réellement engrangées par l'opérateur. Il saisit la demande réellement satisfaite à travers l'exploitation du service par l'opérateur. Par ailleurs, certains auteurs considèrent plutôt le volume d'eau produit comme output dans l'estimation de la frontière des coûts ou de production (voir par exemple : Batthacharyya *et al.*, 1995a ; Estache & Rossi, 2002 ; Estache & Kouassi, 2002 ; Tupper & Resende, 2004 ; Estache & Trujillo, 2003). Cependant, ce dernier output ne tient pas en compte le fait qu'entre le lieu de production de l'eau et le consommateur final, il y a des pertes d'eau causées par l'évaporation, les fuites sur les réseaux ou les connexions illégales.

Certaines études qui évaluent soit la performance soit la structure des coûts du secteur intègrent une deuxième variable, en plus du volume d'eau distribué ou produit, pour tenir compte du caractère multi-output du secteur. Parmi ces variables, il y a : le nombre des propriétés connectées, le nombre des connexions ou des clients (Coelli & Walding, 2005 ; Estache & Rossi, 2002 ; Antonioli & Filippini 2001 ; Garcia & Thomas 2001, Mugisha 2007, Lin 2005), les eaux usées traitées pour tenir compte de la partie assainissement du secteur (Estache & Trujillo, 2003 ; Tupper & Resende, 2004), le volume d'eau distribué aux clients résidentiels et le volume d'eau distribué aux clients non-résidentiels (Kim, 1987 ; Kim & Clark, 1988), le volume d'eau produit et vendu aux clients finaux et le volume d'eau perdue (Garcia & Thomas, 2001).

Trois inputs sont traditionnellement retenus dans la littérature : le travail, exprimé en nombre des travailleurs ou dépenses du travail (voir par exemple : Antonioli & Filippini, 2001 ; Mizutani & Urakami, 2001 ; Anwandter & Ozuna, 2002 ; Tupper &

Resende, 2004 ; Faria *et al.*, 2005 ; De Witte & Marques, 2007 ; Lin & Berg, 2008 ; Picazo-Tadeo *et al.*, 2008 ; Arocena & Oliveros, 2012), la longueur des canalisations de distribution -comme “proxy” du capital- (voir par exemple : Antonioli & Filipini, 2001, Faria *et al.*, 2005 ; De Witte & Marques, 2007 ; Lin & Berg, 2008 ; Picazo-Tadeo *et al.*, 2008 ; 2009 ; Mbuvi *et al.*, 2012), l'énergie consommée (voir par exemple : Feigenbaum & Teeple, 1983 ; Kim, 1987 ; Bhattacharyya *et al.*, 1995b ; Mizutani & Urakami, 2001, Anwandter & Ozuna, 2002) et, plus ou moins généralement, les coûts d'exploitation (voir par exemple : Thanassoulis, 2000 ; Coelli & Walding, 2005).

L'analyse de la performance et de la structure des coûts dans le secteur tient aussi compte de l'hétérogénéité de l'environnement dans lequel évoluent les opérateurs. En effet, ces facteurs exogènes sont des variables qui sont spécifiques (Mbuvi *et al.*, 2012) : (i) soit à un pays ou une région, (ii) soit à un secteur, (iii) soit à un opérateur et ils ne sont pas contrôlables par le management de l'entreprise qui exploite le service public.

Deux possibilités existent quant à leur introduction dans les modèles d'analyse de la performance des entreprises (Coelli *et al.*, 2005, pp.281-282) : soit elles influencent la forme de la technologie (auquel cas ils sont introduits comme des variables indépendantes dans la fonction de la frontière de production ou des coûts) ou soit, elles expliquent le modèle d'inefficacité technique. Les variables généralement utilisées incluent (i) des variables socio-économiques telles que la consommation par habitant, le Produit Intérieur Brut par habitant (ii) des variables physiques telles que le nombre des clients, la proportion d'eau fournie aux clients industriels ou le pourcentage des clients non-résidentiels, l'origine des eaux brutes, la densité de la population ou la densité des clients, le nombre des municipalités dans la zone

desservie par l'opérateur, la localisation, les taux de perte d'eau sur le réseau, (iii) des variables institutionnelles qui captent par exemple la privatisation, la régulation, l'activité et la "corporatisation".

Par ailleurs, certains chercheurs se sont intéressés aux variables de qualité. Cette option tend à traduire l'existence d'un arbitrage entre efficacité et qualité : grande qualité signifie utiliser plus de ressources et partant plus des coûts. Dans la littérature, la variable de qualité a été introduite soit comme l'une des variables explicatives de la performance ou des coûts des opérateurs du secteur soit comme un output additionnel soit encore dans les calculs des indices de Malmquist ou scores d'efficacité ajustés à la qualité. Plusieurs variables ont ainsi été utilisées comme variable de qualité, comme par exemple : la continuité du service (Estache & Rossi, 1999 ; Corton, 2003 ; Lin, 2005 ; Kirkpatrick *et al.*, 2006, Lin & Berg, 2008 ; Mbuvi *et al.*, 2012), les pertes d'eau sur le réseau (Antoniolli & Fillipini, 2001 ; Garcia & Thomas, 2001 ; Tupper & Resende, 2004 ; Lin 2005 ; Picazo-Tadeo *et al.*, 2008 ; 2009), les tests de traitement chimique (Antoniolli & Fillipini, 2001 ; Corton, 2003 ; Lin, 2005 ; Lin & Berg, 2008). Pour les indices de Malmquist ou variables ajustés à la qualité, les travaux de Saal & Parker (2000 ; 2001), Erbetta & Cave (2007) et Lin & Berg (2008) peuvent être cités en exemples.

Sur le plan méthodologique, ces études recourent aux techniques de régression et aux méthodes de frontière de production. Les techniques de régression sont évoquées pour l'analyse de la structure des coûts des opérateurs. Les méthodes de frontière de production servent à l'estimation de la frontière de production, des scores d'efficacité et des changements de productivité des facteurs. Elles sont soit paramétrique soit non paramétrique. L'approche paramétrique et stochastique ("Stochastic Frontier Analysis, SFA") intègre deux termes d'erreurs (l'un pour l'inefficacité technique et

l'autre pour le bruit statistique). Elle requiert la spécification d'une forme fonctionnelle pour la frontière de production et elle utilise les techniques économétriques pour estimer les paramètres du modèle et tester leur significativité. Les techniques de fonctions distance permettent de prendre en compte le caractère multi-outputs dans la représentation de la frontière de production.

L'approche non-paramétrique (ici, la Data Envelopment Analysis, DEA) est déterministe¹², flexible, simple à calculer, n'exige pas de spécifier une forme fonctionnelle donnée pour la frontière de production et se prête au caractère multi-inputs et multi-outputs du secteur étudié. Elle estime les scores d'efficacité des entreprises grâce aux techniques de programmation linéaire et mathématique. La frontière de production est construite grâce à un enveloppement des données et l'efficacité technique est mesurée en référence à cette frontière de production. Les apports de Simar & Wilson (2007) ont permis des avancées dans l'inférence statistique lorsque les méthodes non paramétriques sont choisies comme techniques d'estimation.

Notre recherche concerne l'effet des modes d'organisation (c'est-à-dire la propriété, la régulation et la combinaison de deux) sur l'efficacité technique des entreprises de ce secteur, relevons quelques résultats y relatifs et renseignés dans la littérature. A propos de la relation entre le type de propriété et l'efficacité technique, trois types de conclusions émergent. Premièrement, pas de différence significative entre les entreprises sous gestion publique et celles sous gestion privée (Par exemple : Feigenbaum & Teeple, 1983 ; Estache & Rossi, 2002, Kirkpatrick *et al.*, 2006,

¹² Dans les frontières de production « dites déterministes », tout écart à la frontière de production est traité comme étant causé par une inefficacité technique. Elles ne prennent pas en compte les bruits statistiques et les erreurs de mesures.

Garcia-Sanchez, 2006 ; Seroa da Motta & Morreira, 2006). Deuxièmement, la gestion privée est supérieure à la gestion publique (Par exemple : Crain & Zardkoohi, 1978 ; Estache & Kouassi, 2002 ; Bouscasse *et al.*, 2008, Picazo-Tadeo *et al.*, 2007). Troisièmement, la gestion publique est plus efficace que celle privée (Par exemple : Bhattacharyya *et al.*, 1994, 1995a).

En outre, le type de régulation (« *rate of return* ou *price cap* ») mis en place et l'environnement de régulation après la privatisation semblent expliquer l'amélioration de l'efficacité technique et/ou allocative dans le secteur (Saal & Parker, 2004 ; Aubert & Reynaud, 2005 ; Erbeta & Cave, 2007). Bien que Saal & Parker (2007) ne trouvent pas de différence significative en termes de gain de productivité entre les périodes qui précèdent la privatisation et celles qui lui sont subséquentes, il y a cependant une amélioration du changement technique après la privatisation¹³. Enfin, l'effet de l'établissement d'un régulateur autonome sur l'efficacité des opérateurs est positif mais non significatif (Anwandter & Ozuna, 2002 ; Kirkpatrick *et al.*, 2006). La décentralisation n'a pas d'effet positif significatif sur l'efficacité technique du secteur dans le cas mexicain (Anwandter & Ozuna, 2002).

Cette revue de la littérature montre que la plupart des recherches dans le secteur ont été produites dans les pays développés (notamment les Etats-Unis, l'Angleterre et le Pays de Galle, l'Australie...) et dans les pays de l'Amérique Latine à la suite des réformes intervenues durant les années 1990. Hormis, Estache & Kouassi (2002), Kirkpatrick *et al.*, (2006), et plus récemment Mbuvi *et al.*, (2012), l'Afrique Subsaharienne est la région rarement étudiée, essentiellement faute des données

¹³ Les deux auteurs ne semblent pas affirmer si cette amélioration est attribuable à la privatisation ou à la régulation.

disponibles¹⁴. Estache & Kouassi (2002) estiment une fonction de production de type Cobb-Douglas grâce à la méthode paramétrique et ils observent que les entreprises privées sont plus efficaces que celles sous gestion publique. Kirkpatrick *et al.*, (2006) comparent les résultats des estimations par la méthode non paramétrique (DEA) et celles d'une fonction des coûts de type Cobb-Douglas par la SFA pour 14 opérateurs et ils ne trouvent pas de différence statistiquement significative entre les entreprises sous gestion privée et celles sous gestion publique.

3.3. Méthodologie

Les ratios partiels de productivité¹⁵ sont l'approche méthodologique souvent utilisée pour évaluer la performance des entreprises. Bien qu'ils soient faciles à calculer et permettent de saisir un certain nombre d'informations sur la performance des entreprises étudiées, ils sont pourtant limités, peu fiables et peuvent conduire à des conclusions contrastées (selon le ratio pris en compte) étant donné qu'ils comparent les entreprises sur base d'un seul indicateur. Autrement dit, aucune entreprise n'est supérieure aux autres sur l'ensemble des ratios. Par ailleurs, en regardant juste aux ratios, il est impossible d'intégrer les différences d'environnement dans lesquels l'exploitation du service est organisée. Ce dernier aspect couplé au caractère multi-inputs et multi-outputs du secteur peuvent être captés à travers les méthodes de frontière de production et les concepts des mesures d'efficacité.

¹⁴ Estache & Kouassi (2002), Kirkpatrick *et al.*, (2006) et Mbuvi *et al.*, (2012) travaillent sur des échantillons (et les années) respectifs de 21 (1995-1997), 14 (1999-2001 soit 71 observations pour la DEA et 76 pour la SFA) et 51 opérateurs africains (2006).

¹⁵ C'est-à-dire le rapport de l'output sur l'input.

3.3.1. Le modèle de Battese & Coelli (1995)

Dans ce chapitre, la méthode des frontières de production à laquelle nous faisons appel est la SFA. De plus, le modèle qui se prête le mieux à notre évaluation est celui de Battese et Coelli (1995) étant donné que nous cherchons à calculer les scores d'efficacité technique et à explorer ses déterminants (en particulier l'effet des variables institutionnelles). En effet, ce modèle offre l'avantage que les paramètres de la frontière de production et ceux du modèle d'inefficacité technique sont estimés de façon simultanée. Il est préférable à l'approche en deux étapes. Dans cette dernière, la frontière de production stochastique est estimée et les scores d'inefficacité technique sont prédits premièrement, et ensuite, les scores d'efficacité technique obtenus dans la première étape sont régressés sur un ensemble des variables explicatives possibles de cette performance.

Le choix d'estimer une frontière de production est motivé par le fait qu'elle s'intéresse à la relation entre des quantités physiques des inputs et la quantité maximale d'outputs réalisables. En effet, les données quantitatives sont facilement comparables et elles sont rapportées de façon consistante dans la base des données à notre disposition. En plus d'être supposées homogènes, elles sont plus fiables que les données financières. Utiliser des quantités physiques offre l'avantage d'éviter la standardisation des règles comptables et des taux de change étant donné que les opérateurs concernés dans cette étude proviennent des pays différents.

Si la frontière de production est connue, il est possible de mesurer la distance par laquelle le vecteur d'outputs, y , peut être accru étant donné le vecteur d'inputs, x . Cette mesure représente l'inefficacité technique. En réalité, la frontière de production est inconnue ; elle doit être estimée pour un échantillon d'entreprises. Le score

d'efficacité technique est défini en référence à cette frontière de production estimée au moyen de la fonction distance orienté output, comme suit :

$$d_0(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i) = \text{Min}\{\theta > 0 : (\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i / \theta) \in P(\mathbf{x}_i)\} \quad (3.1)$$

$$\text{Où } P(\mathbf{x}_i) = \{\mathbf{y}_i : \mathbf{x}_i \text{ peut produire } \mathbf{y}_i\} \quad (3.2)$$

est l'ensemble de tous les vecteurs non négatifs d'outputs, \mathbf{y}_i , susceptibles d'être produits grâce à l'utilisation d'un vecteur donné d'inputs non négatifs, \mathbf{x}_i (Coelli *et al.*, 2005).

Nous choisissons d'utiliser comme forme fonctionnelle de la frontière de production une translog (Christensen *et al.*, 1973). Elle est la plus utilisée dans la littérature et elle est une forme très flexible. Cependant, elle requiert l'estimation d'un grand nombre des paramètres. En suivant Coelli *et al.* (2003), nous pouvons l'écrire formellement comme suit :

$$\ln y_{nt} = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k \ln x_{knt} + 0,5 \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \alpha_{kl} \ln x_{knt} \ln x_{lnt} + \sum_{k=1}^K \rho_k \ln x_{knt} t + \beta_1 t + 0,5 \beta_{11} t t + v_{nt} - u_{nt}, n = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (3.3)$$

Où n et t désignent, tour à tour, l'opérateur de distribution d'eau et la période; y_{nt} est le niveau de production ; x_{knt} est le niveau des quantités pour l'input k ; α, ρ et β sont les paramètres inconnus à estimer ; t est la variable de tendance qui capte le changement technologique ; v_{nt} est une variable aléatoire positive ou négative qui saisit le bruit statistique causé par les erreurs de mesure, l'omission des variables pertinentes dans le vecteur des inputs et les erreurs d'approximation dans le choix de la forme fonctionnelle ; u_{nt} une variable aléatoire qui capte l'inefficacité technique c'est-à-dire la distance qui sépare un opérateur donné de la frontière de production.

Les v_{nt} sont indépendamment distribués des u_{nt} et ils sont supposés indépendamment et identiquement distribués (ou iid) $N(0, \sigma_v^2)$.

$$\text{Par ailleurs, } u_{nt} = Z_{nt}\delta + \omega_{nt} \quad (3.4)$$

Les u_{nt} sont supposées iid et ils sont obtenus par une distribution normale tronquée $N(Z_{nt}\delta, \sigma_u^2)$ où Z_{nt} est un vecteur des variables explicatives du modèle d'inefficacité technique des opérateurs étudiés ; δ est un vecteur des coefficients inconnus à estimer et ω_{it} est une variable aléatoire. Les paramètres α, ρ, β et δ sont estimés simultanément par maximum de vraisemblance. La fonction de vraisemblance est exprimée en termes des variances : $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ et $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$. γ est la mesure de l'importance de la variance de l'inefficacité de production par rapport à la variance totale. Si sa valeur est proche de 1, cela signifie que, relativement au terme d'erreur aléatoire affectant le niveau de production, l'inefficacité technique est importante.

Notons enfin que nous utilisons le logiciel Frontier 4.1, produit par Coelli (1996) pour réaliser ces estimations. Les scores d'efficacité technique sont compris entre 0 et 1, cette dernière valeur indiquant que l'entreprise se trouve sur la frontière de production et qu'elle est efficace. Plus cette valeur s'éloigne de 1, plus élevé est le niveau d'inefficacité technique. En outre, comme le modèle de Battese & Coelli (1995) estime le modèle d'inefficacité technique, dans les estimations (qui apparaissent dans la section 3.6) un signe négatif associé à un paramètre estimé d'une variable donnée du modèle d'inefficacité technique est interprété comme étant un effet positif (négatif) sur l'efficacité technique (l'inefficacité technique).

3.3.2. Le ‘‘shadow price’’ des pertes d’eau sur le réseau

A l’instar de Grosskopf *et al.*, (1995) et Coelli *et al.*, (2013), nous avons calculé le « shadow price » des pertes d’eau sur le réseau c’est-à-dire le coût implicite supplémentaire en capital ou en travail supporté par un opérateur pour réduire les pertes d’eau sur le réseau. Ce calcul exige la connaissance des élasticités de production par rapport à un input donné. Ces élasticités partielles peuvent également être interprétées comme des ‘‘shadow share’’ c’est-à-dire la part des inputs dans le total des inputs. En suivant Coelli *et al.*, (2003), elles sont calculées grâce à la formule :

$$s_{knt} = \frac{d \ln y_{nt}}{d \ln x_{knt}} = \alpha_k + \sum_{l=1}^K \alpha_{kl} x_{lnt} + \rho_k t \quad (3.6)$$

Où s_{knt} est l’élasticité de production par rapport à l’input k pour la firme n dans la période t .

La somme des élasticités partielles, notée ee , donne l’élasticité d’échelle, c’est-à-dire $\sum s_{knt} = ee$. Une entreprise peut présenter des rendements d’échelle qui soit croissants (si la somme des élasticités partielles est supérieure à 1 c’est-à-dire $ee > 1$) soit constants (si la somme des élasticités partielles est égale à 1 c’est-à-dire $ee = 1$) ou décroissants (si la somme des élasticités partielles est inférieure à 1 c’est-à-dire $ee < 1$).

Le calcul du coût implicite des pertes d’eau sur le réseau exige la connaissance du « shadow price ratio ». Celui-ci est interprété comme le taux marginal de substitution technique entre deux inputs et il est obtenu grâce à la formule suivante :

$$\frac{s_{knt}}{s_{lnt}} * \frac{x_{lnt}}{x_{knt}} = \frac{w_{knt}}{w_{lnt}} \quad (3.7)$$

Où s_{knt} et s_{lnt} sont les élasticités de production par rapport aux inputs k et l pour la firme n dans la période t , x_{knt} et x_{lnt} sont les quantités des inputs k et l pour la firme n dans la période t , w_{knt} et w_{lnt} sont les prix des inputs k et l pour la firme n dans la période t .

L'expression (3.7) traduit le comportement de minimisation des coûts par le producteur et il signifie qu'à l'optimum, le taux marginal de substitution technique est égal au rapport des prix des inputs. Par conséquent, lorsqu'en plus de la valeur du "shadow price ratio", le prix d'un input est connu, il est possible de déduire le "shadow price" de l'autre input.

3.3.3. La méthode "Parametric Linear Programming, (PLP)"

Bien que l'application de la méthode SFA, décrite ci-dessus, permette d'estimer les paramètres de la frontière de production, il est possible que les propriétés de monotonie ne soient satisfaites qu'au point moyen (c'est le cas ici)¹⁶ et non pas en tout point des données. L'approche "PLP" est une technique d'estimation déterministe (c'est-à-dire qu'elle considère que toute déviation de la frontière de production est causée par de l'inefficacité technique), que nous appliquons, de façon alternative à la SFA, car elle permet d'imposer les contraintes de monotonie en tout point des données (pour la mise en œuvre de cette approche, voir par exemple : Aigner & Chu, 1968 ; Coelli & Perelman, 1999 ; Coelli *et al.*, 2013).

¹⁶ Dans notre cas, toutes les variables d'inputs sont concernées comme suit : longueur des canalisations de distribution d'eau (7/115 points), l'effectif du personnel (55/115 points) et le volume d'eau perdue (87/115 points).

En effet, comme nous sommes intéressés à évaluer le “shadow price” des pertes d’eau sur le réseau pour chaque entreprise, les contraintes devraient intégrer le fait que les élasticités partielles de l’output par rapport aux inputs soient positives en tout point des données et pas seulement au point moyen. Ainsi, les paramètres inconnus de l’équation (3.3) sont estimés en résolvant le programme linéaire ci-dessous :

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sum_{i=1}^N u_{nt} \\ & \text{tel que } \quad u_{nt} \geq 0 \\ & \quad \quad s_{knt} \geq 0 ; n = 1, 2, \dots, N ; k = 1, 2, \dots, K ; t = 1, 2, \dots, T. \end{aligned} \quad (3.8)$$

3.4. Source des données et Description des variables

Les données que nous utilisons, pour mener notre étude, proviennent de la base des données mise en place dans la première phase du projet AICD. Ce projet est conduit par la Banque Mondiale sous l’égide d’un comité de pilotage constitué des organismes suivants : L’Union Africaine, le Nouveau Partenariat pour le Développement de l’Afrique (NEPAD), les Communautés Régionales Africaines, la Banque Africaine de Développement, “Development Bank of Southern Africa” et les principaux donateurs en infrastructures.

De la base des données originale, nous avons exclu les opérateurs dont toute l’information sur une variable donnée et pertinente (au regard de la spécification de notre modèle) n’était pas disponible. Pour palier à la présence des données aberrantes, nous nous sommes soumis aux étapes suggérées par Coelli *et al.*, (2003, p.96). Premièrement, nous avons complété les données par les informations chiffrées produites dans quelques rapports annuels provenant des entreprises ou des organismes de régulation dans un pays donné. Deuxièmement, nous avons vérifié la consistance interne des données notamment dans le calcul des volumes annuels d’eau perdue sur

le réseau. Troisièmement, nous avons effectué des estimations préliminaires par les ratios et par la SFA, lesquelles ont permis d'exclure les entreprises qui affectaient les résultats de façon anormale.

Il en a résulté un panel non balancé de 115 observations couvrant 27 opérateurs issus de 17 pays différents (soit 71% de tous les pays dont les entreprises du secteur et ministère de tutelle ont accepté de répondre à la collecte des données par l'AICD). Ces pays sont : Afrique du Sud, Burkina Faso, Cape Vert, Côte d'Ivoire, Ethiopie, Ghana, Kenya, Malawi, Mozambique, Namibie, Niger, Nigeria, Ouganda, Rwanda, Sénégal, Tanzanie et Zambie. Ces données sont des observations annuelles relatives à la période 2000 à 2005.

3.4.1. Les variables d'output, d'inputs et de qualité

Le choix des variables à inclure dans un modèle est généralement une tâche importante et complexe dans l'analyse de l'efficacité. Dans notre étude, il a été motivé, à la fois, par la disponibilité des données, la connaissance du processus de production et de distribution de l'eau et les études antérieures dans le même secteur comme indiqué dans la revue de la littérature ci-haut. Ainsi, l'*output* retenu est le volume annuel d'eau distribué (*VDI*). Il saisit aussi bien la demande réellement satisfaite et l'une des activités principales d'exploitation du service par les opérateurs. Il suppose que les recettes effectives de l'opérateur, utiles pour couvrir les investissements et l'exploitation et la maintenance, proviennent du volume d'eau réellement délivré et facturé aux consommateurs.

Nous considérons trois *inputs* : le nombre total des travailleurs, la longueur des canalisations de distribution d'eau et le volume d'eau perdue. Le nombre total des travailleurs (*PERS*) est la variable travail. Il saisit l'effectif du personnel de manière

agrégée c'est-à-dire sans distinguer les différentes catégories du personnel (cadres, ouvriers, employés, temps plein ou temps partiels). Sa faiblesse est qu'elle suppose implicitement que les compétences sont distribuées de façon uniforme entre les entreprises.

Comme mesure du capital, l'idéal serait d'intégrer dans le modèle soit (i) les données relatives aux actifs spécifiques propres à cette industrie telles que les usines de traitement, les réservoirs de stockage de l'eau, les pompes et les canalisations de distribution de l'eau (en plus des actifs immobilisés courants comme les bâtiments, les véhicules etc.) soit (ii) un "proxy" qui agrégerait ces informations. Faute d'en disposer et à l'instar des auteurs tels que (voir Antonioli & Filipini, 2001, De Witte & Marques, 2007 ; Lin & Berg, 2008 ; Picazo-Tadeo *et al.*, 2008 ; 2009 ; Mbuvi *et al.*, 2012), nous retenons la longueur des canalisations de distribution d'eau (*CAN*) car elle est disponible, facile à mesurer, et est moins encline « *aux variations issues de l'estimation des constructions en cours et aux taux de change.* » (De Witte & Marques, 2007).

En plus de ces deux inputs conventionnels, nous incorporons le volume annuel d'eau perdu (*VDP*) comme variable d'input de qualité ou "un *bad input*" (Rheinard *et al.*, 1999, 2000 ; Coelli *et al.*, 2013). En effet, pour réduire les pertes d'eau sur le réseau de distribution, les opérateurs peuvent soit accroître la maintenance soit réaliser des investissements et remplacer les canalisations vétustes. Il y a donc une dépense additionnelle d'exploitation ou en capital à la charge de l'opérateur. Il traduit l'arbitrage que font les firmes entre la qualité et les deux autres inputs traditionnels (Coelli *et al.*, 2013). Le volume d'eau perdue capte les pertes commerciales inhérentes aux connections illégales, aux pertes physiques sur le réseau et à une mauvaise maintenance du réseau.

3.4.2. *Les facteurs exogènes et institutionnels*

La performance d'un opérateur peut être influencée par des facteurs (hors de contrôle direct du management) spécifiques à un secteur, à un pays, une région, ou à un opérateur. Ceux-ci peuvent expliquer les différences des scores d'efficacité. En voici un relevé dans notre cas (le signe attendu est repris entre parenthèses).

- *PIB (+)*: C'est le produit intérieur brut *per capita* tiré de "World Development Indicators, 2012" et exprimé en tenant compte du taux de parité de pouvoir d'achat (PPA). Cette variable capte les différences dans l'environnement socio-économique des pays dans lesquels s'opère l'exploitation du service public de l'eau. Un effet positif sur l'efficacité technique est attendu pour cette variable.
- *PCOR (-)*: C'est une variable physique qui prend en compte la part (en %) des connexions résidentielles dans l'ensemble des connexions. En effet, les clients non-résidentiels (entreprises commerciales et industrielles, Administrations publiques et autres organisations) consomment des volumes d'eau plus importants que les clients résidentiels et leur eau requiert, parfois, un niveau de traitement faible (Coelli & Walding, 2005). Nous nous attendons à un effet négatif d'un pourcentage élevé des connexions résidentielles sur l'efficacité technique.

Enfin, nous définissons trois modèles, lesquels incluent les deux variables exogènes ci-dessus (*PIB* et *PCOR*) mais ils diffèrent selon les variables institutionnelles (gestion et exploitation du service et régulation) prises en compte dans chacun des cas. Les variables institutionnelles incluses dans le modèle 1 comprennent les deux variables suivantes :

PRIV (+) : C'est une variable muette qui prend la valeur 1 s'il y a participation d'un opérateur privé donné, n , dans la gestion ou l'exploitation du service de l'eau en une année donnée, t , et 0 sinon. Nous nous attendons à ce que cette variable puisse avoir un effet positif sur l'efficacité technique parce que, comparativement à une entreprise publique, nous supposons que l'entreprise privée (i) est dotée des mécanismes d'incitation, de contrôle interne et externe, qui sont plus forts ; (ii) sa fonction objectif est plus claire et non équivoque et (iii) elle est choisie à la suite d'une procédure d'appel d'offres (Hypothèse *Ia*).

Cette définition de la variable *PRIV*, dictée par la disponibilité des données, est limitée étant donné qu'elle ne tient pas compte des différences d'incitations qui existent entre les différents types de contrats qui lie l'autorité publique et l'opérateur privé et qui par, conséquent, influent sur la performance. L'interprétation des résultats devrait se faire en gardant cette remarque à l'esprit.

ARI (+) : C'est une variable muette qui prend la valeur 1 si la fonction de régulation est confiée à une agence de régulation autonome, n , en une année, t , donnée et 0 sinon.

Le modèle 2 conserve la même définition de la variable *PRIV* ci-dessus mais la variable qui capte la régulation est *CPERF* (+) : c'est une variable muette qui prend la valeur 1 s'il existe un contrat de performance destiné à contrôler une entreprise donnée, n , en une année donnée, t , et 0 sinon.

Nous nous attendons à ce que la mise en place d'une agence de régulation (variable *ARI*) et de la régulation par contrat de performance (variable *CPERF*) conduisent à une efficacité technique plus élevée étant donné qu'il augmente la crédibilité dans le

secteur et limite le risque d'un comportement opportuniste de la part du Gouvernement et partant, elle rassure les investissements (Hypothèses 2a et 3a).

Dans le modèle 3, nous définissons les variables institutionnelles en tenant compte de la typologie observée comme suit. *REGPRIV* (+) : C'est une variable muette qui prend la valeur 1 si une entreprise de distribution d'eau, *n*, a connu une participation du secteur privé dans sa gestion ou son exploitation en une année, *t*, donnée et si elle est régulée soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance et 0 si elle appartient à la catégorie « Autre ». *REGPUB* (+) qui est une variable muette qui prend la valeur 1 si une entreprise de distribution d'eau, *n*, donnée est sous gestion publique en une année donnée, *t*, et si elle est régulée soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance et 0 si elle appartient au groupe « Autre ».

Etant donné les éléments justificatifs possibles de l'effet des variables liées à la propriété (variable *PRIV*) et à la régulation (variables *ARI* et *CPERF*) tels que présentés ci-dessus, nous nous attendons à ce que les entreprises qui appartiennent aux catégories « Régulation – Privé » et « Régulation – Publique » puissent, respectivement, afficher une efficacité technique plus élevée que les entreprises constitutives du groupe « Autre » (Hypothèses 4a et 5a). D'autre part, notre attente est telle que les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé » puissent présenter une efficacité technique plus grande que celles de la catégorie « Régulation – Publique » (Hypothèse 6a).

3.5. Statistiques descriptives

Le tableau 3.2 donne un aperçu des variables qui sont utilisées lors des estimations notamment les variables d'outputs, d'inputs, les facteurs exogènes et institutionnels. Il reprend, pour ces variables et les différents opérateurs, leur plage de variation en termes des moyennes, écarts-types et minimum et maximum. L'entreprise de l'échantillon qui distribue le plus gros volume d'eau annuellement vend près de 210 fois plus d'eau que l'entreprise qui en fournit le moins.

Tableau 3.2. Statistiques descriptives (N=115 ; 27 entreprises)

	Unités	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
<i>Variable d'output</i>					
Volume d'eau distribué	10 ⁶ m ³	369,000	46,400	0,968	204,400
<i>Variables d'inputs</i>					
Longueur des canalisations de distribution	Kms	2689,000	3423,000	40,000	12575,000
Effectif du Personnel	Nombre	870,000	761,000	64,000	3020,000
Volume d'eau perdu	10 ⁶ m ³	21,200	29,200	0,390	1189,000
<i>Facteurs exogènes</i>					
PIB par habitant	10 ³ \$ PPP	1,462	1,568	0,495	8,597
Proportion des connexions résidentielles	%	90,790	5,150	71,300	98,800
Densité du réseau	Connexions/Km	51,940	46,910	6,040	261,920
<i>Variables institutionnelles</i>					
Agence de Régulation	Muette	0,409	0,494	0	1
Contrat de performance	Muette	0,243	0,431	0	1
Privatisation	Muette	0,461	0,501	0	1
Régulation – Privé	Muette	0,417	0,495	0	1
Régulation – Publique	Muette	0,226	0,420	0	1

Si les calculs montrent que l'entreprise moyenne de l'échantillon emploie 870 personnes, l'entreprise qui en dispose le maximum en utilise 3020 et le minimum est à 64. L'entreprise moyenne de l'échantillon dispose d'un réseau dont la longueur des canalisations de distribution d'eau est de 2689 kilomètres. Le réseau le plus long de l'échantillon est 314 fois la taille du réseau le plus court. En moyenne, le volume d'eau perdu est évalué à 21,2 millions de mètres cubes annuels.

Tableau 3.3. Caractéristiques des compagnies de distribution de l'eau (Valeurs observées pour les années extrêmes disponibles) : Début

Pays	Compagnies	Nombre observations	Périodes extrêmes observées	VDI (10 ⁶ m ³)	CAN (Kms)	PERS (nombre)	VDP (10 ⁶ m ³)
Afrique du Sud	Ethekwini	4	2002	189,98	12575	2654	84,92
			2005	200,00	12575	2890	94,40
Burkina Faso	Onea	6	2000	24,34	2141	575	5,02
			2005	33,82	3413	650	7,57
Côte d'Ivoire	Sodeci	6	2000	114,58	11356	1467	24,62
			2005	128,85	11911	1546	35,78
Cape Vert	Electra	6	2000	2,21	311	686	0,79
			2005	2,85	321	659	1,24
Ethiopie	Awsa	4	2001	45,20	1777	1491	23,57
			2004	53,18	1980	1542	26,90
Ghana	Gwc	5	2001	90,24	5182	2720	97,76
			2005	97,79	7772	2720	107,22
Kenya	Kiwasco	2	2004	1,74	112	158	3,74
			2005	1,80	112	170	4,50
Kenya	Nwasco	2	2004	86,47	2500	2209	57,65
			2005	97,87	2500	2109	59,48
Malawi	Bwb	6	2000	16,45	957	666	9,11
			2005	14,19	1037	628	14,80
Malawi	Crwb	6	2000	3,16	867	305	1,27
			2005	4,72	1628	419	0,94
Malawi	Lwb	3	2003	20,56	946	442	4,26
			2005	23,60	1023	429	6,70
Mozambique	Beira	4	2002	3,67	50	294	3,99
			2005	3,77	50	244	5,69
Mozambique	Nampula	4	2002	2,77	64	111	1,03
			2005	2,45	70	95	1,93

Note : VDI, CAN, PERS et VDP sont, respectivement, la variable d'output et les variables d'inputs telles que définies au point 3.4.1.

Tableau 3.3. Caractéristiques des compagnies de distribution de l'eau (Valeurs observées pour les années extrêmes disponibles) : suite et fin

Pays	Compagnies	Nombre observations	Périodes extrêmes observées	VDI (10 ⁶ m ³)	CAN (Kms)	PERS (nombre)	VDP (10 ⁶ m ³)
Mozambique	Pemba	4	2002	1,16	40	88	1,20
			2005	1,21	40	85	0,99
Mozambique	Quelimane	4	2002	1,17	51	67	0,42
			2005	0,98	51	68	0,53
Namibie	Walvis Bay	6	2000	3,28	278	86	1,14
			2005	3,63	297	78	0,69
Namibie	Windhoek	1	2005	17,50	1350	152	2,80
Niger	Seen	5	2001	27,51	1921	560	8,04
			2005	33,79	2444	557	7,80
Nigeria	Lagos	4	2002	45,17	2186	1447	92,00
			2005	50,41	2188	1305	65,47
Nigeria	Kaduna	1	2005	63,69	2139	2076	22,71
Nigeria	Plateau	3	2003	18,95	1280	658	9,40
			2005	14,66	1440	601	4,50
Ouganda	Nwsc	6	2000	26,00	1633	1213	20,00
			2005	38,00	2868	1093	20,00
Rwanda	Electrogaz	6	2000	6,58	1941	1400	7,79
			2005	9,78	2325	1488	6,06
Sénégal	Sde	6	2000	79,40	6514	1183	27,25
			2005	99,64	7323	1224	25,08
Tanzanie	Mwsa	3	2003	6,14	232	205	8,14
			2005	7,43	256	206	7,14
Zambie	Lwsc	5	2001	31,38	2300	493	44,65
			2005	35,35	2300	521	41,73
Zambie	Swsc	3	2003	10,17	409	258	10,38
			2005	8,14	409	256	9,94

Note : VDI, CAN, PERS et VDP sont, respectivement, la variable d'output et les variables d'inputs telles que définies au point 3.4.1.

Le tableau 3.3 donne une illustration de l'évolution dans le temps des variables d'outputs et d'inputs pour chaque opérateur. Il donne l'étendue des tailles des opérateurs mesurés en termes du volume d'eau distribué. En particulier, nous pouvons y relever l'existence des entreprises qui perdent plus d'eau qu'elles n'en distribuent aux consommateurs. Par exemple, pour l'année 2005, Kenya (Kiwasco) perd 2,5 fois plus d'eau qu'il n'en distribue aux consommateurs finaux (volume d'eau

distribué de 1,80 millions de m³ contre un volume d'eau perdue de 4,50 millions de m³).

Tableau 3.4. Caractéristiques de la production selon les modes d'organisation

Typologie	Nombre Observations	Volume d'eau distribué 10 ⁶ m ³	Longueur des canalisations de distribution (Kms)	Effectif du personnel (nombre)	Volume d'eau perdu (10 ⁶ m ³)
Comparaison entreprises avec participation du secteur privé et entreprises sous gestion publique					
Participation du secteur privé	53	35,69	3095	759	12,40
Publique	62	37,99	2342	966	28,76
Comparaison selon les institutions de régulation					
Agence de régulation	47	22,13	1484	733	22,11
Contrat de performance	27	66,77	5422	1176	20,99
Comparaison selon la typologie identifiée					
Régulation – Privé	48	38,08	3317	771	13,36
Régulation – Publique	26	39,05	2190	1122	37,11
Autre	41	34,23	2270	828	20,37

Le tableau 3.4 présente les caractéristiques de production des entreprises selon la typologie identifiée dans ce travail. Les entreprises avec participation du secteur privé, tout comme celles qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé », distribuent un volume d'eau pratiquement identique à celui distribué par les entreprises sous gestion publique et celles qui sont comprises dans le groupe « Régulation – Publique ». Ces deux dernières catégories emploient plus de personnel (entre 1,27 et 1,45 fois des travailleurs) et elles perdent une plus grande quantité d'eau sur leur réseau de distribution (plus de 2 fois) que les entreprises de deux premières catégories. Les entreprises qui sont supervisées par un contrat de performance affichent un volume d'eau distribué et la variable capital plus de 3 fois

plus élevées que celles qui sont régulés par une agence de régulation. De plus, leur effectif du personnel est 1,6 fois plus élevé.

Tableau 3.5. Coefficients de corrélation entre output et inputs

	Volume annuel d'eau distribué	Volume d'eau perdu	Longueur des canalisations de distribution	Effectif du personnel
Volume annuel d'eau distribué	1,000			
Volume d'eau perdu	0,721	1,000		
Longueur des canalisations de distribution	0,944	0,598	1,000	
Effectif du personnel	0,829	0,833	0,739	1,000

Tous les coefficients de corrélation sont significatifs au seuil de 1%.

Enfin, le tableau 3.5 donne les coefficients de corrélation entre l'output et les inputs. Ils sont tous positifs et significatifs au niveau de 1%.

3.6. Résultats

Dans cette section, nous présentons les résultats détaillés ; ils sont en rapport avec les estimations des paramètres de la frontière de production et du modèle d'inefficacité technique, les élasticités partielles de production, les scores d'efficacité technique et les "shadow price" des pertes d'eau sur le réseau. La frontière de production est estimée respectivement en utilisant les méthodes SFA et PLP décrite dans la section 3.3.

Dans les estimations par la SFA et la PLP, les variables d'output et d'inputs sont sous forme logarithmique et en déviation par rapport à leurs moyennes respectives. La variable de tendance est aussi en déviation par rapport à sa moyenne. Parmi les facteurs exogènes qui expliquent le modèle d'inefficacité technique, la variable *PIB* est aussi prise sous forme logarithmique et en déviation avec sa moyenne. Quant aux autres variables (*PCOR* et institutionnelles), elles ont conservé les unités telles que

définies dans le tableau 3.2. Etant donné que les variables d'inputs sont sous forme logarithmique et en déviation par rapport à leurs moyennes respectives, leurs coefficients de premier ordre sont interprétés comme les élasticités partielles de production au point moyen.

3.6.1. Les élasticités partielles de production

Dans le tableau 3.6, les paramètres estimés de la frontière de production grâce aux modèles SFA et PLP possèdent les mêmes signes. De façon particulière, les coefficients estimés des inputs disposent des signes positifs attendus et ils sont significatifs pour les estimations par la SFA. Toutefois, contrairement aux résultats par l'approche PLP, la propriété de monotonie de la fonction de production n'est pas satisfaite en tout point des données¹⁷ dans l'estimation par la SFA. Quant à la variable de tendance, qui laisse entrevoir que le secteur a connu un progrès technologique durant la période (grâce notamment aux investissements), elle possède le signe positif et significatif (excepté dans le modèle 3).

¹⁷ Bien que l'estimation par la SFA donne les signes attendus au point moyen, la propriété de monotonie de la fonction de production n'y est pas satisfaite en tout point des données. Dans notre cas, toutes les variables d'inputs sont concernées comme suit : longueur des canalisations de distribution d'eau (7/115 points), l'effectif du personnel (55/115 points) et le volume d'eau perdue (87/115 points).

Tableau 3.6. Paramètres estimés des modèles par les méthodes paramétriques (SFA et PLP)

Variables	Stochastic Frontier Analysis (SFA)						PLP
	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		
Frontière de production							
α_0 Intercept	0,629	(12,34)***	0,631	(18,85)***	0,626	(5,69)***	0,529
α_1 ln x1 CAN	0,455	(9,34)***	0,449	(13,22)***	0,485	(15,35)***	0,439
α_2 ln x2 PERS	0,108	(1,96)**	0,139	(2,34)***	0,120	(2,91)***	0,242
α_3 ln x3 VDP	0,330	(8,64)***	0,307	(8,29)***	0,285	(6,21)***	0,246
β_1 temps	0,068	(4,67)***	0,063	(3,33)***	0,066	(0,88)	0,083
α_{11} ln x1 ln x1	0,132	(2,45)***	0,090	(1,38)	0,130	(0,409)	0,012
α_{12} ln x1 ln x2	-0,470	(-10,5)***	-0,396	(-4,51)***	-0,428	(-1,51)	-0,097
α_{13} ln x1 ln x3	0,227	(5,47)***	0,214	(5,28)***	0,201	(5,64)***	0,069
ρ_1 ln x1 t	-0,050	(-3,84)***	-0,055	(-2,91)***	-0,048	(-2,48)***	-0,014
α_{22} ln x2 ln x2	-0,294	(-1,97)**	-0,395	(-2,32)**	-0,334	(-0,735)	-0,057
α_{23} ln x2 ln x3	0,517	(12,35)***	0,532	(10,43)***	0,532	(3,98)***	0,114
ρ_2 ln x2 t	0,040	(2,79)***	0,034	(1,16)	0,038	(0,994)	0,034
α_{33} ln x3 ln x3	-0,560	(-13,8)***	-0,557	(-11,3)***	-0,574	(-14,1)***	-0,166
ρ_3 ln x3 t	0,014	(0,66)	0,024	(1,62)	0,028	(2,22)**	0,005
β_{tt} tt	-0,037	(-1,94)*	-0,033	(-1,64)	-0,037	(-1,22)	-0,010
Facteurs exogènes							
δ_0 Intercept	-2,773	(-3,02)***	-2,160	(-2,36)***	-3,452	(-3,38)***	
δ_1 PIB	-0,340	(-1,74)*	-0,346	(-2,62)***	-0,492	(-1,23)	
δ_2 PCOR	0,030	(3,27)***	0,026	(2,66)***	0,038	(3,49)***	
Variables institutionnelles							
δ_3 ARI	0,356	(11,53)***					
δ_4 CPERF			-0,684	(-3,1)***			
δ_5 PRIV	-0,263	(-2,35)***	-0,076	(-0,41)			
δ_6 REGPRIV					-0,126	(-0,706)	
δ_7 REGPUB					-0,176	(-0,905)	
$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$	0,198	(1,81)*	0,169	(6,97)***	0,230	(1,53)	
$\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$	0,999	(200,1)***	0,999	(153,5)***	0,999	(0,32 ^E +07)***	
LFF	4,845		6,418		6,680		
LR Test	28,660		32,620		32,34		
Nombre des restrictions	4		4		4		

$N = 115$; t-statistiques entre parenthèses; *** Significatif au niveau de 1%, ** au niveau de 5% et * au niveau de 10%

Au niveau global, les élasticités de production par rapport aux variables capital, travail et volume d'eau perdue donnent respectivement : 0,455, 0,108 et 0,330 (modèle 1) ; 0,449, 0,139 et 0,307 (modèle 2) ; 0,485, 0,120 et 0,285 (modèle 3) ou

0,439, 0,242 et 0,246 (approche PLP). Ce qui signifie qu'une augmentation de 10% de ces variables entraîne une augmentation du volume d'eau distribué aux consommateurs finaux, respectivement, de : 4,55%, 1,08% et 3,3% (modèle 1) ; 4,49%, 1,39% et 3,07% (modèle 2) ; 4,85%, 1,2% et 2,85% (modèle 3) et 4,39%, 2,42% et 2,46% (PLP).

Tableau 3.7. Elasticités partielles de production par compagnie (PLP)

Pays	Compagnies	Par rapport au capital	Par rapport au travail	Par rapport au volume d'eau perdu	Elasticités d'échelle
Afrique du Sud	Ethekwini	0,433	0,216	0,206	0,855
Burkina Faso	Onea	0,416	0,100	0,386	0,902
Côte d'Ivoire	Sodeci	0,461	0,101	0,301	0,863
Cape Vert	Electra	0,256	0,102	0,543	0,901
Ethiopie	Awsa	0,420	0,248	0,228	0,896
Ghana	Gwc	0,466	0,295	0,115	0,876
Kenya	Kiwasco	0,396	0,521	0,064	0,981
Kenya	Nwasco	0,368	0,376	0,131	0,875
Malawi	Bwb	0,452	0,286	0,192	0,930
Malawi	Crwb	0,351	0,042	0,519	0,912
Malawi	Lwb	0,364	0,261	0,291	0,916
Mozambique	Beira	0,391	0,550	0,046	0,987
Mozambique	Nampula	0,416	0,460	0,126	1,002
Mozambique	Pemba	0,403	0,482	0,126	1,011
Mozambique	Quelimane	0,370	0,369	0,265	1,004
Namibie	Walvis Bay	0,442	0,206	0,334	0,982
Namibie	Windhoek	0,387	0,257	0,291	0,935
Niger	Seen	0,418	0,175	0,317	0,910
Nigeria	Lagos	0,471	0,410	0,028	0,909
Nigeria	Kaduna	0,283	0,302	0,273	0,858
Nigeria	Plateau	0,359	0,253	0,291	0,903
Ouganda	Nwsc	0,451	0,244	0,213	0,908
Rwanda	Electrogaz	0,357	0,113	0,410	0,880
Sénégal	Sde	0,466	0,144	0,277	0,887
Tanzanie	Mwsa	0,449	0,485	0,041	0,975
Zambie	Lwsc	0,553	0,382	0,008	0,943
Zambie	Swsc	0,456	0,460	0,048	0,964
Toutes		0,439	0,242	0,246	0,927

La somme des élasticités de production respectives aux facteurs de production donne les élasticités d'échelle. Quelle que soit la méthode utilisée (SFA ou PLP), les résultats font observer la présence des rendements d'échelle décroissants. Ce qui signifie que si tous les inputs sont augmentés de façon proportionnelle, l'output augmentera de façon moins que proportionnelle. En effet, pour l'opérateur moyen, ils sont inférieurs à l'unité et ils sont évalués à 0,893 (modèle 1), 0,895 (modèle 2), 0,890 (modèle 3) et 0,927 (par l'approche PLP).

Nous rapportons dans le tableau 3.7 les élasticités partielles de production et les élasticités d'échelle calculées pour chaque opérateur grâce à l'approche PLP. Ces élasticités partielles représentent les parts des inputs et elles sont calculées grâce à l'équation (3.6). Les informations qu'elles fournissent sont nécessaires pour le calcul des élasticités d'échelle. L'utilisation des inputs et la manière dont ils sont combinés varient avec chaque compagnie. De façon générale, c'est l'élasticité partielle par rapport au capital qui domine pour la majorité d'entreprises (comme illustré dans le tableau 3.7). De plus, la plupart de compagnies opèrent dans la zone de rendements d'échelle décroissants, exception faite de : Mozambique (Nampula), Mozambique (Pemba) et Mozambique (Quelimane). Ces trois dernières entreprises présentent des élasticités d'échelle supérieures à 1. Ce qui suggère des rendements d'échelle croissants. Ce qui signifie que lorsque les quantités des inputs augmentent, la production augmente de façon plus que proportionnelle.

3.6.2. Les déterminants de l'efficacité technique

Le tableau 3.6 rapporte également les résultats de l'estimation du modèle d'inefficacité technique par la SFA. L'analyse des déterminants de l'efficacité permet d'expliquer les différences des scores d'efficacité technique. Avant de procéder à leur

examen, le tableau 3.8 présente les coefficients de corrélation entre facteurs exogènes et les variables institutionnelles. Selon les modèles, aucune forte corrélation n'est détectée entre les variables institutionnelles qui puissent suggérer l'existence d'une possible multicollinéarité. Par ailleurs, les résultats du « LR test » (tableau 3.6) rejettent l'hypothèse nulle d'absence d'effets joints des variables explicatives du modèle d'inefficacité technique. La statistique de ce test est calculée au moyen de la formule : $LR = -2(LFF_0 - LFF_1)$. Elle suit approximativement une distribution de chi carré dont le nombre des paramètres est égal à celui des paramètres supposés nuls dans l'hypothèse H_0 , pourvue que celle-ci soit vraie. La valeur critique de décision est lue dans la table 1 de Kodde & Palm (1986). Il résulte de l'application de ce test que l'ensemble des variables incluses dans le modèle d'inefficacité technique explique celle-ci.

Tableau 3.8. Coefficients de corrélation entre facteurs exogènes et variables institutionnelles

	PIB	PCOR	ARI	CPERF	PRIV	REGPRIV	REGPUB
PIB	1,000						
PCOR	0,096	1,000					
ARI	-0,276***	0,081	1,000				
CPERF	-0,126	0,102	-0,461***	1,000			
PRIV	-0,237**	0,336***	0,154	0,393***	1,000		
REGPRIV	-0,239**	0,318***	0,229**	0,446***	0,915***	1,000	
REGPUB	-0,171*	-0,176*	0,439***	-0,054	-0,500***	0,457***	1,000

Note : PIB, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV, REGPUB correspondent, respectivement, aux facteurs exogènes et aux variables institutionnelles telles que définies au point 3.4.2.

Nous observons, au regard des estimations du modèle d'inefficacité technique par la SFA que les coefficients des variables *PIB* et *PCOR* disposent des signes attendus et ils sont significatifs (sauf pour la variable *PIB* dans le modèle 3).

En fixant notre attention sur les résultats principaux, c'est-à-dire ceux relatifs aux variables institutionnelles, voici ce qui transparaît. La variable relative à la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service présente un effet positif sur l'efficacité technique quel que soit le modèle. Cependant, celui-ci est, de façon consistante avec l'hypothèse *Ia*, significatif uniquement dans le modèle 1. Autrement dit, les entreprises avec participation du secteur privé présentent une efficacité productive plus élevée que les entreprises publiques. Deux raisons peuvent expliquer ce résultat. Premièrement, le savoir-faire et les incitations dans une entreprise privée sont plus élevés que dans une entreprise publique. De plus, les contrats qui lient l'opérateur privé à l'autorité publique sont conçus de manière à être incitatifs. En particulier dans les contrats d'affermage, la rémunération de l'opérateur¹⁸ est soumise à la réalisation des objectifs de performance qui sont bien définis selon une périodicité bien convenue. Deuxièmement, l'opérateur privé est choisi à la suite d'une procédure de concurrence pour le marché.

Réguler par contrat de performance affiche un effet positif et significatif sur l'efficacité technique. En phase avec nos attentes (Hypothèse 3a), les entreprises qui sont supervisées par un contrat de performance possèdent une efficacité productive plus élevée. Cependant, contrairement à nos attentes (Hypothèse 2a), la variable qui saisit la régulation par agence présente un effet négatif et significatif sur l'efficacité technique. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que, dans les pays en voie de développement (notamment ceux d'Afrique Subsaharienne), il y existe des limitations en personnel (quantité et qualité) pour s'assurer que la distribution de l'eau se fait de façon efficace (voir Laffont, 2005 ; Estache & Wren-Lewis, 2009).

¹⁸ La formule de rémunération de l'opérateur privé au Sénégal est présentée en exemple en annexe.

De ces deux résultats, il apparaît que réguler par contrat de performance conduit à une plus grande efficacité technique que réguler par agence. En effet, une régulation par contrat de performance bien implémentée permet des économies en évitant, notamment, la mise en place d'une agence indépendante de régulation et la formation qui y est associée pour l'acquisition des compétences nécessaires à la tâche de régulation (Tremolet & Binder, 2010).

Enfin les variables *REGPRIV* et *REGPUB* sont associés à un effet positif mais non significatif sur l'efficacité technique. Le coefficient (en valeur absolue) de cette dernière variable est plus élevé que celui de la première suggérant ainsi (contrairement à l'hypothèse 6a) que les entreprises de la catégorie « Régulation – Publique » affiche une efficacité technique (légèrement) supérieure à celles de la catégorie « Régulation – Privé ».

Il aurait été intéressant de calculer l'effet marginal des facteurs exogènes et des variables institutionnelles pour saisir l'amplitude de l'effet du changement de chacune de ces variables sur l'efficacité technique. Frame & Coelli (2001) propose une approche pour ce calcul mais ils estiment qu'à cause de son caractère complexe, elle est moins utilisée. Pour nous faire une idée « naive » des effets marginaux des ces variables explicatives sur le modèle d'(in)efficacité technique, nous avons procédé à l'estimation d'une régression par les moindres carrés ordinaires. Dans celle-ci, la variable dépendante est constituée des scores d'efficacité technique (exprimé en %) et les variables indépendantes sont les mêmes variables explicatives du modèle d'inefficacité technique ci-dessus.

Les résultats présentés au tableau 3.9 nous apprennent qu'une augmentation de la variable *PIB* de 1.000 \$PPP entraîne une augmentation du score d'efficacité

technique de 3 % (modèle 1) et de 4% (modèles 2 et 3). De plus, réguler par un contrat de performance semble conduire à une efficacité technique plus élevée, avec des scores qui sont en moyenne plus de 11% des points plus élevés que lorsque la supervision et le contrôle sont assurés autrement.

Tableau 3.9. Effets marginaux des variables explicatives du modèle d'inefficacité technique

Variables explicatives		Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
Facteurs exogènes							
δ_1	PIB	0,003	(0,002)***	0,004	(0,000)***	0,004	(0,000)***
δ_2	PCOR	-0,128	(0,772)	-0,032	(0,943)	-0,226	(0,596)
Variables institutionnelles							
δ_3	ARI	-6,098	(0,134)				
δ_4	CPERF			11,630	(0,005)***		
δ_5	PRIV	4,096	(0,337)	-0,539	(0,908)		
δ_6	REGPRIV					3,364	(0,504)
δ_7	REGPUB					9,211	(0,119)
R ²		0,087		0,122		0,091	
F		6,230	(0,000)***	8,280	(0,000)***	6,490	(0,001)***

Note : p-value entre parenthèses : ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%. PIB, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV, REGPUB correspondent, respectivement, aux facteurs exogènes et aux variables institutionnelles telles que définies au point 3.4.2.

3.6.3. Les scores d'efficacité technique

Dans les différents modèles par la SFA, $\gamma = 0,999$ et il est significatif. Ce qui signifie que la déviation de la frontière de production est causée par de l'inefficacité technique (modèle déterministe)¹⁹. Les scores d'efficacité sont rapportés dans le tableau 3.10. Les scores moyens d'efficacité technique s'élèvent, respectivement à 0,716 (modèle 1), 0,719 (modèle 2) et 0,728 (modèle 3). Cet ensemble des scores moyens d'efficacité technique nous renseigne qu'en moyenne, les entreprises de

¹⁹ γ peut être compris entre 0 et 1. 0 indique que la déviation de la frontière de production est entièrement causée par le bruit et 1 indique que la déviation est entièrement causée par l'inefficacité.

l'échantillon pourraient augmenter le volume d'eau distribué de plus ou moins 27% (modèles 1, 2 et 3) tout en gardant constant les inputs à leur disposition.

Tableau 3.10. Scores d'efficacité technique (Moyenne : 2000-2005) et classement des compagnies selon les scores d'efficacité moyens

Pays	Compagnies	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
		Score	Classement	Score	Classement	Score	Classement
Afrique du Sud	Ethekwini	0,947	2	0,950	1	0,967	1
Burkina Faso	Onea	0,860	9	0,854	10	0,811	11
Côte d'Ivoire	Sodeci	0,881	8	0,895	7	0,860	9
Cape Vert	Electra	0,698	16	0,704	16	0,729	17
Ethiopie	Awsa	0,902	7	0,900	6	0,925	7
Ghana	Gwc	0,626	18	0,624	19	0,683	18
Kenya	Kiwasco	0,354	27	0,344	27	0,364	27
Kenya	Nwasco	0,925	5	0,923	4	0,951	3
Malawi	Bwb	0,550	25	0,546	24	0,559	24
Malawi	Crwb	0,553	24	0,538	25	0,524	25
Malawi	Lwb	0,947	1	0,947	2	0,946	4
Mozambique	Beira	0,599	19	0,631	18	0,633	19
Mozambique	Nampula	0,911	6	0,884	9	0,928	6
Mozambique	Pemba	0,586	21	0,569	21	0,603	21
Mozambique	Quelimane	0,582	22	0,556	23	0,613	20
Namibie	Walvis Bay	0,765	15	0,765	15	0,763	15
Namibie	Windhoek	0,799	11	0,891	8	0,887	10
Niger	Seen	0,827	10	0,836	11	0,806	13
Nigeria	Lagos	0,675	17	0,680	17	0,740	16
Nigeria	Kaduna	0,938	3	0,945	3	0,929	5
Nigeria	Plateau	0,566	23	0,567	22	0,565	23
Ouganda	Nwsc	0,588	20	0,587	20	0,602	22
Rwanda	Electrogaz	0,409	26	0,406	26	0,392	26
Sénégal	Sde	0,772	14	0,784	14	0,771	14
Tanzanie	Mwsa	0,930	4	0,922	5	0,952	2
Zambie	Lwsc	0,776	13	0,836	12	0,869	8
Zambie	Swsc	0,782	12	0,785	13	0,806	12
Toutes		0,716		0,719		0,728	

Une observation approfondie des classements²⁰ des entreprises selon les scores moyens d'efficacité technique obtenus grâce aux différents modèles (tableau 3.10) fait remarquer que parmi les entreprises les mieux classées, seule Mozambique (Nampula) a connu la participation du secteur privé dans sa gestion et elle est régulée par une agence de régulation. Le reste des entreprises parmi les mieux classées de l'échantillon sont sous gestion publique et elles appartiennent soit à la catégorie « Autre » selon notre typologie (Afrique du Sud, Ethekwini ; Malawi, Lwb ; Nigeria, Kaduna) ou à la catégorie entreprises publiques supervisées par une agence de régulation ou par un contrat de performance (Ethiopie, Awsa ; Tanzanie, Mwsa ; Kenya, Nwasco). Leur bonne performance pourrait s'expliquer par l'adoption des pratiques commerciales dans la fourniture du service et l'apport favorable de la supervision par les contrats de performance.

Pour simplifier l'analyse des détails des scores d'efficacité technique contenus dans le tableau 3.10 ci-dessus, nous les avons regroupés dans 5 tranches qui apparaissent dans le tableau 3.11. Selon les modèles, 6 à 7 entreprises possèdent des scores moyens d'efficacité technique supérieurs à 0,900 et 5 à 9 entreprises ont des scores moyens d'efficacité technique inférieurs à 0,600. Rwanda (Electogaz) et Kenya (Kiwasco) sont identifiés comme des opérateurs les moins performants quel que soit le modèle pris en compte.

²⁰ Nous nous inspirons de Coelli *et al.*, (2007) et Lin (2005) qui recommandent de faire la comparaison sur base de l'évolution des classements des modèles et non pas sur base des scores d'efficacité.

Tableau 3.11: Répartition des entreprises par tranches des scores d'efficacité technique moyens

Tranches des scores d'efficacité technique	Nombre d'entreprises observées par tranches des scores d'efficacité technique		
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
$\geq 0,900$	7	6	7
$0,800 \leq \text{score} < 0,900$	3	6	6
$0,700 \leq \text{score} < 0,800$	5	4	4
$0,600 \leq \text{score} < 0,700$	3	3	5
$< 0,600$	9	8	5

Enfin, les résultats du tableau 3.12, qui comparent les entreprises selon les modes d'organisation, mettent en lumière ce qui suit. Les entreprises avec participation du secteur privé sont (légèrement) plus efficaces que les entreprises sous gestion publique (modèles 1 et 2). Réguler par contrat de performance conduirait, en moyenne, à une efficacité technique plus élevée que réguler par agence de régulation.

Tableau 3.12. Scores moyens d'efficacité technique par catégories d'entreprises

Typologie	Nombre	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Participation du secteur privé	53	0,719	0,722	0,723
Publique	62	0,714	0,716	0,732
Agence de régulation	47	0,668	0,672	0,697
Contrat de performance	27	0,787	0,792	0,780
Régulation – Privé	48	0,701	0,704	0,705
Régulation-Publique	26	0,730	0,738	0,769
Autre	41	0,725	0,723	0,728

La combinaison d'une gestion publique avec régulation par agence ou par contrat de performance serait associée, en moyenne, à des scores d'efficacité technique plus élevés que, respectivement, la combinaison participation du secteur privé avec agence de régulation ou contrat de performance et la catégorie « Autre ».

3.6.4. Le “shadow price” des pertes d’eau sur le réseau

Grâce aux paramètres de la frontière de production (essentiellement ceux produits par l’application de l’approche PLP parce que les contraintes de monotonie y sont satisfaites en tout point des données), le calcul des “shadow price ratio” est faisable. Notre intérêt se porte principalement sur les “shadow price ratio” qualité-personnel (tableau 3.13). En effet, si les prix du personnel sont connus, il devient facile de dériver le “shadow price” des pertes d’eau sur le réseau. Notons qu’il est plus difficile d’estimer le prix du capital car celui-ci exigerait d’émettre des hypothèses sur les coûts des amortissements et des intérêts (Coelli *et al.*, 2013).

Table 3.13. Shadow price ratios (par 100.000 m³ d’eau perdu) par quartiles du pourcentage des pertes d’eau sur le réseau

Quartiles	Qualité-Capital	Qualité-Personnel
Q1	31,3	15,0
Q2	14,0	10,0
Q3	4,6	4,0
Q4	0,8	0,4
Toutes	7,0	4,0

Pertes d’eau sur le réseau (en % du volume d’eau produit): Q1: <21,7; Q2: 21,7-33,29 ; Q3 : 33,29-50,56 ; Q4 : >50,56.

En moyenne pour l’échantillon d’opérateurs étudiés, le “shadow price” des pertes d’eau sur le réseau (exprimé en personnel) est égal à 4 unités du personnel par 100.000 m³ annuels d’eau perdue. Il signifie qu’en moyenne un opérateur doit dépenser des frais additionnels (exprimé en personnel) estimés à 4 travailleurs pour réduire le volume d’eau perdue de 100.000 m³. Un examen des “shadow price” ratio des pertes d’eau sur le réseau à travers les quartiles des pourcentages des pertes d’eau sur le réseau indique que celui-ci (et partant le “shadow price” des pertes d’eau sur le réseau) varie avec la qualité du réseau et de ce fait, il n’est pas uniforme pour tous les opérateurs. En effet, ceux de ces derniers dont le réseau est de bonne qualité (Q1)

affichent un “shadow price” plus élevé (soit 15 travailleurs pour 100.000 m³ d’eau perdue). Autrement dit, plus faible est un réseau de distribution d’eau (c’est-à-dire un pourcentage faible des pertes d’eau sur le réseau), plus élevé sera le coût marginal en personnel pour le maintenir. Par contre, plus élevé est le pourcentage des pertes d’eau sur le réseau, plus faible sera le coût marginal implicite des pertes d’eau sur le réseau. Dans notre cas, le “shadow price” des pertes d’eau pour le quartile (Q4) est évalué à 0,4 travailleurs par 100.000m³.

3.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons estimé les scores d’efficacité technique et leurs déterminants pour un échantillon de 27 opérateurs de la distribution de l’eau en Afrique Subsaharienne durant les années 2000 à 2005. A cette fin, nous avons utilisé la méthode SFA, et plus précisément, le modèle de Battese & Coelli (1995). En plus, l’approche PLP nous a permis d’approfondir l’analyse des élasticités partielles, des élasticités d’échelle et de dériver le coût implicite des pertes d’eau sur le réseau. La spécification retenue pour la frontière de production intègre le nombre des travailleurs, les canalisations de distribution de l’eau (comme inputs traditionnels) et le volume annuel d’eau perdue comme input de qualité.

Les résultats montrent que les entreprises du secteur de l’eau en Afrique Subsaharienne pour l’échantillon considéré sont, en moyenne, inefficaces pour la période étudiée. Elles pourraient augmenter le volume d’eau distribué aux usagers de plus de 27% avec les inputs à leur disposition. En plus, les entreprises régulées par contrat de performance sont plus efficaces que les entreprises qui sont supervisées par une agence de régulation. En effet, un effet positif et significatif sur l’efficacité technique est associé à la variable contrat de performance. Les combinaisons

participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service avec une agence de régulation ou un contrat de performance d'une part, et entreprises sous gestion publique avec agence de régulation ou contrat de performance, d'autre part possèdent des effets positifs mais non significatif sur l'efficacité technique. Cependant, les entreprises de la catégorie « Régulation – Publique » semblent plus efficaces que celles de la catégorie « Régulation – Privé ». L'effet de la régulation par agence de régulation est négatif et significatif. Par ailleurs, l'effet de la variable relative à la propriété est positif et significatif dans le modèle 1.

Chapitre 4. Evaluation de l'effectivité par la méthode de frontière de production

4.1. Introduction

Depuis les débuts des années 1990, le secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne a été l'objet de plusieurs changements organisationnels et institutionnels. S'appuyant sur des nouvelles législations mises en place dans chaque pays, ces réformes ont cherché à clarifier les missions et les mandats de chaque acteur (AMCOW, 2006 ; AfDB-WPP, 2010). Plus précisément, elles séparent les fonctions relatives à la formulation de la politique du secteur, l'exploitation du service et la régulation.

A travers les entreprises observées, l'exploitation du service de l'eau est organisée soit sous forme d'une gestion publique soit sous forme d'une participation du secteur privé à la gestion ou l'exploitation. La gestion publique se décline sous différentes formes. Il s'agit soit d'une municipalité locale qui fournit directement de l'eau par l'entremise d'un de ses départements (Afrique du Sud, Malawi) soit des municipalités, propriétaires des entreprises publiques (Kenya, Tanzanie, Zambie) soit des organismes publics qui disposent d'une autonomie financière et de gouvernance (Ouganda). En dépit du caractère public de ces entreprises, la plupart des pays ont adopté la commercialisation du service pour en améliorer la performance.

Quant à la participation du secteur privé, deux types d'organisation peuvent être distingués. D'une part, des entreprises publiques avec implication d'un partenaire privé dans la gestion sous forme d'un contrat de gestion (Burkina Faso, Mozambique,

Ouganda, Rwanda). D'autre part, la délégation de l'exploitation du service sous forme d'un contrat d'affermage (Côte d'Ivoire, Niger, Sénégal) ou d'un contrat de concession (Cape Vert). Les niveaux d'incitations diffèrent à travers ces divers types des contrats.

En ce qui concerne la fonction de régulation, les entreprises de distribution d'eau observées sont supervisées par trois types d'institutions de régulation. Certaines sont régulées par une agence de régulation qui est soit sectorielle (Kenya, Mozambique, Zambie) soit multisectorielle (Cape Vert, Niger, Tanzanie, Rwanda). La supervision et le contrôle (la régulation) de certaines autres sont organisés sous forme d'une régulation par contrat de performance (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ouganda, Sénégal) supervisé soit par un département au sein d'un ministère soit par la société de patrimoine. D'autres, enfin, conservent un système d'autorégulation (Afrique du Sud, Malawi, Nigeria).

L'observation des données disponibles relatives aux entreprises de distribution d'eau montre que les réformes institutionnelles ont concerné plus d'une dimension (en occurrence, nous nous focalisons ici sur l'exploitation du service et la régulation). Par conséquent, une typologie peut être établie et elle distingue trois catégories. D'une part, des entreprises avec participation du secteur privé supervisées soit par une agence de régulation ou un contrat de performance. D'autre part, des entreprises publiques supervisées par une agence de régulation ou un contrat de performance. Enfin, la catégorie « Autre » qui reprend les opérateurs de distribution d'eau qui n'appartiennent pas aux deux groupes précités. Ainsi, cette dernière catégorie comprend des entreprises publiques autorégulées et les entreprises avec participation du secteur privé avant qu'une agence de régulation ou une régulation par contrat de

performance ne soient opérationnels pour superviser le secteur. Le tableau 4.1 en donne un résumé pour l'échantillon concerné par cette étude.

Tableau 4.1. Notre typologie des entreprises de distribution d'eau en Afrique Subsaharienne (2000-2005)

Pays	Compagnies	Catégorie Régulation – Privé	Catégorie Régulation - Publique	Catégorie « Autre »
Afrique du Sud	Drakenstein	-	-	2002-2005
Afrique du Sud	Ethekwini	-	-	2004-2005
Benin	Soneb	-	-	2005
Burkina Faso	Onea	2001-2005	-	2000
Cape Vert	Electra	2003-2005	-	2000-2002
Côte d'Ivoire	Sodeci	2002-2004	-	-
Kenya	Nwasco	-	2004-2005	-
Malawi	Bwb	-	-	2003-2005
Malawi	Lwb	-	-	2004-2005
Mozambique	Beira	2002-2005	-	-
Mozambique	Nampula	2002-2005	-	-
Mozambique	Pemba	2002-2005	-	-
Mozambique	Quelimane	2002-2005	-	-
Niger	Seen	2003-2005	-	2001-2002
Nigeria	Kaduna	-	-	2005
Ouganda	Nwsc	2000-2004	2005	-
Rwanda	Electrogaz	2003-2005	2001-2002	2000
Sénégal	Sde	2000-2005	-	-
Tanzanie	Duwasco	-	-	-
Tanzanie	Mwsa	-	2003-2005	-
Zambie	Lwsc	-	2002-2005	-

Source : Auteur sur base du rapport de Barnejee *et al.*, (2008), AfDB-WPP (2010), sites internet des entreprises si disponibles. A l'intérieur du tableau se trouvent consignées les périodes où une entreprise donnée est observée dans une catégorie donnée.

L'argument généralement évoqué pour soutenir cette réorganisation est qu'elle vise l'amélioration de l'efficacité et de la performance dans la distribution de l'eau (Shirley & Menard, 2002 ; Marty & Voisin, 2005 ; Araral, 2009). En effet, il est attendu des opérateurs de distribution d'eau de pouvoir être efficaces et satisfaire la demande à travers une couverture universelle de la population résidant sur leur périmètre d'exploitation. Celle-ci devrait être desservie par une eau de qualité en

quantité suffisante. D'où, notre attention se concentre sur deux aspects de la performance : l'efficacité technique et l'effectivité²¹. En effet, l'orientation output de l'efficacité technique à la Farrell (1957) est la capacité pour une firme, dotée d'une quantité donnée d'inputs, de maximiser la quantité d'outputs produits. Quant à l'effectivité, elle est la capacité pour une entreprise d'atteindre 100% des objectifs lui assignés dans sa juridiction d'exploitation (Aubyn *et al.*, 2009).

L'objectif principal de ce chapitre est d'estimer et de comparer la performance des entreprises de distribution (en termes d'efficacité technique et d'effectivité) en milieux urbains en Afrique Subsaharienne. De façon spécifique, nous explorons l'effet de la réorganisation institutionnelle (en particulier la typologie dégagée ci-dessus) sur ces deux aspects de la performance du secteur. Pour atteindre ces objectifs, nous utilisons un panel des données originales tirées de la base des données constituée lors de la première phase du projet « Africa Infrastructure Country Diagnostic, désormais AICD). Cette base des données concerne un ensemble de 24 pays d'Afrique Subsaharienne entre les années 2000 et 2005. Ces pays représentent 85% du produit intérieur brut, de la population et du flux d'aide en infrastructures destiné à cette partie du monde.

Pour atteindre nos objectifs, nous retenons l'approche « Data Envelopment Analysis, DEA » basée sur la procédure en double bootstrap (Simar & Wilson, 2007). L'approche DEA permet d'estimer des frontières de production (une pour l'analyse de l'efficacité technique et une autre pour celle de l'effectivité) relativement auxquelles vont être calculés les scores d'efficacité technique et d'effectivité. La procédure en double bootstrap est justifiée du fait qu'elle permet d'obtenir des scores

²¹ Par effectivité, il faut comprendre une traduction imparfaite du terme anglais « effectiveness ».

d'efficacité corrigés du biais (causé par les erreurs de mesure) et d'évaluer les déterminants de la performance (efficacité technique et effectivité) grâce à des estimateurs d'un modèle de régression tronqué obtenus par maximum de vraisemblance.

Hormis, Estache & Kouassi (2002), Kirkpatrick *et al.*, (2006) et plus récemment Mbuvi *et al.*, (2012), l'efficacité dans le secteur de l'eau en Afrique a été peu explorée, principalement, faute des données disponibles. Estache & Kouassi (2002), s'intéressant à un échantillon de 21 opérateurs entre les années 1995 et 1997, ont trouvé que les entreprises privées étaient plus efficaces que les entreprises publiques. Kirkpatrick *et al.*, (2006) ont basé leur évaluation sur un échantillon dont le nombre d'observations est, respectivement, de 71 pour l'estimation par la DEA et 76 pour celle par la Stochastic Frontier Analysis (SFA), pour l'année 2000. Ils ne trouvent pas de différence statistiquement significative entre les entreprises publiques et les entreprises privées. De plus, l'effet de la régulation par agence est non significatif. Quant à Mbuvi *et al.*, (2012), ils étudient la performance pour 51 opérateurs d'eau en 2006 et ils en identifient les déterminants. Ils évaluent aussi bien l'efficacité technique que l'effectivité, deux mesures qu'ils décomposent en un ratio appelé "Potential Input Capacity, désormais, PIC". Leurs résultats montrent la présence d'un problème d'inefficacité technique plus important que celui d'ineffectivité. Le niveau de développement économique est le facteur significatif qui explique les différences de performance. Le lien entre ces mesures de performance et les variables de la régulation (Agence de régulation et contrat de performance) est non significatif.

La suite de ce chapitre est ventilée en 6 sections comme suit. Dans la section 2, le cadre d'analyse est présenté avant que les sections subséquentes ne se penchent respectivement sur la procédure en 4 étapes, la source des données et la description des variables, les statistiques descriptives et les résultats des estimations. Enfin, une conclusion clos ce chapitre.

4.2. Cadre d'analyse

Pour évaluer la performance des entreprises de distribution d'eau, nous faisons appel aux techniques de frontière de production. En pratique, la frontière de production est inconnue et elle est estimée pour un échantillon d'entreprises. Dans ce chapitre, la DEA est l'approche grâce à laquelle elle sera estimée. La DEA n'exige pas de spécifier une forme fonctionnelle pour la frontière de production mais elle utilise les techniques de programmation linéaire pour la construire. En plus, nous recourons au modèle DEA-VRS (c'est-à-dire DEA sous l'hypothèse "Variable Returns to Scale"). Il est le plus utilisé dans la littérature et il permet de séparer l'efficacité technique pure de l'efficacité d'échelle. En effet, "*les opérateurs n'ont pas de contrôle sur leur échelle d'opérations, laquelle est généralement déterminée par des facteurs historiques*" (Coelli *et al.*, 2003).

Le modèle DEA-VRS retenu est basé sur la procédure en double bootstrap (Simar & Wilson, 2007) car, selon Kneip *et al.*, (2008), elle donne des estimateurs robustes et consistants. En effet, le bootstrap appliqué à la DEA a pour but de donner un fondement statistique à la DEA. Il cherche à régler les problèmes de variabilité de l'échantillon et du bruit statistique (Coelli *et al.*, 2005). D'une part, les scores d'efficacité technique (d'effectivité) estimés peuvent varier lorsqu'il y a sélection aléatoire d'un échantillon différent tiré de la population d'opérateurs. D'autre part, la

nature déterministe de la DEA suppose qu'elle ne tient pas compte du bruit statistique causé, par exemple, par les erreurs de mesure. Ce qui entraîne que les scores d'efficacité technique (d'effectivité) sont biaisés. Le bootstrap (avec B répliques) crée une pseudo-frontière de laquelle elle donne la distribution du biais pour l'échantillon (De Witte & Marques, 2007). Par conséquent, les scores d'efficacité (d'effectivité) peuvent être corrigés de ce biais. Les détails sur la procédure en double bootstrap sont repris dans Simar & Wilson (2007).

Si la technologie de production est connue, il est possible de mesurer la distance par laquelle le vecteur d'outputs, y , peut être accru étant donné le vecteur d'inputs, x . Cette mesure représente l'inefficacité technique. En effet, contrairement à la plupart des études dans les pays en voie de développement qui suppose une orientation input, nous retenons l'hypothèse d'un modèle orienté output. Ce qui signifie que nous supposons que les opérateurs s'emploient à augmenter les quantités d'outputs produits avec les ressources ou les inputs à leur disposition. Ce choix est justifié du fait que l'Afrique Subsaharienne connaît des déficits de couverture du service importants comparativement aux autres régions des pays en voie de développement. De plus, il existe un besoin accru de satisfaire l'objectif qui consiste à « *réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population n'ayant pas accès de façon durable à une eau potable* » (PNUD, 2012). Etant donné ce qui précède, nous supposons que les opérateurs de distribution d'eau se préoccupent de l'expansion proportionnelle des quantités d'outputs.

Comme déjà dit ci-dessus, dans la pratique, la frontière de production est inconnue. Dans ce chapitre, elle est estimée par la DEA pour un échantillon donné d'entreprises. Le score d'efficacité technique est défini par rapport à cette frontière de production estimée par la fonction distance, comme suit :

$$d_0(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i) = \text{Min}\{\theta > 0 : (\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i / \theta) \in P(\mathbf{x}_i)\} \quad (4.1)$$

$$\text{Où } P(\mathbf{x}_i) = \{\mathbf{y}_i : \mathbf{x}_i \text{ peut produire } \mathbf{y}_i\} \quad (4.2)$$

est l'ensemble de tous les vecteurs non négatifs d'outputs, \mathbf{y}_i , susceptibles d'être produits grâce à l'utilisation d'un vecteur donné d'inputs non négatifs, \mathbf{x}_i (Coelli *et al.*, 2005 ; Cooper, Seiford & Zhu, 2011).

Les scores d'efficacité technique sont compris entre 0 et 1. Les opérateurs de distribution d'eau qui ont un score d'efficacité technique de 1 se situent sur la frontière de production et ils sont considérés techniquement efficaces. Ceux qui ont un score d'efficacité technique inférieurs à 1 sont en deçà de la frontière de production et ils sont techniquement inefficaces.

Pour présenter le programme linéaire résolu par la DEA, nous commençons par définir des notations additionnelles. Soient \mathbf{X} et \mathbf{Y} , les matrices respectives $K * N$ des inputs et $M * N$ des outputs. La matrice des inputs est formée en plaçant les vecteurs d'inputs, \mathbf{x}_i , de N opérateurs de distribution d'eau côte à côte. La matrice des outputs est construite sur base de la même logique avec les vecteurs, \mathbf{y}_i de N opérateurs (se référer par exemple à Coelli, 1996 ; Coelli *et al.*, 2007).

Le modèle DEA-VRS résout, pour chaque entreprise observée et en une période donnée, le programme de maximisation suivant :

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi \\
 & \text{tel que } \phi \mathbf{y}_i + \mathbf{Y}\lambda \geq \mathbf{0} \\
 & \quad \mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0} \\
 & \quad \mathbf{N}\mathbf{1}'\lambda = 1 \\
 & \quad \lambda \geq \mathbf{0}
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Où ϕ est tel que $1 \leq \phi \leq \infty$, et $\phi - 1$ est l'accroissement proportionnel en outputs que peut réaliser une entreprise i tout en gardant constantes les quantités d'inputs utilisés. L'inverse de ϕ c'est-à-dire ($1/\phi$) est l'expression du score d'efficacité technique qui varie entre 0 et 1.

4.3. La procédure d'estimation en 4 étapes

La procédure d'évaluation de la performance des entreprises de distribution de l'eau se fait, à l'instar de Mbuvi *et al.*, (2012), à travers les 4 étapes comme suit. Dans la première étape, grâce au modèle DEA-VRS, nous calculons les scores d'efficacité technique en utilisant les quantités physiques d'inputs et d'outputs observés pour chaque entreprise.

Dans la deuxième étape, l'approche "Benefit of the Doubt, *BoD*", introduite par Melyn & Moesen (1991) nous sert de technique pour calculer les scores d'effectivité. En effet, pour apprécier les niveaux de performance relative (en termes d'effectivité) des services publics, il est courant d'utiliser les données quantitatives pour calculer des indicateurs partiels qui traduisent les objectifs dévolus à chaque opérateur qui

exploite le service. Cependant, l'une des faiblesses de ces indicateurs c'est qu'ils ne permettent pas un jugement agrégé de la performance. En d'autres termes, une entreprise peut être plus performante sur un indicateur et ne pas l'être sur un autre. Il en vient qu'un niveau élevé de performance relative sur un indicateur partiel donné démontre le poids que l'opérateur lui attribue.

Ainsi, l'approche *BoD* s'emploie à construire un indicateur agrégé à partir des indicateurs partiels de performance grâce à un meilleur système de pondérations associées à chaque indicateur. Plutôt que de recourir à un système de pondération non consensuelle, elle emprunte la logique de la DEA traditionnelle pour construire un système des pondérations endogènes (c'est-à-dire à partir des données propres d'un opérateur) non-négatives pour chaque indicateur partiel.

En effet, dans le modèle *BoD*, les outputs de la DEA habituelle sont remplacés par les indicateurs partiels de performance et les inputs sont constitués par un vecteur des 1. Ce dernier traduit la propriété du modèle *BoD* “*qui agrège plusieurs indicateurs partiels sans tenir explicitement compte des inputs utilisés pour atteindre le niveau concerné de performance*” (Cherchye *et al.*, 2007). C'est donc un modèle de performance (effectivité) relative dans lequel chaque opérateur cherche à maximiser son score (sa réalisation) sans tenir compte des inputs utilisés. Autrement dit, grâce à un vecteur d'input fait des 1, les gestionnaires de chaque entreprise visent différents objectifs d'effectivité dans les périmètres d'activités qui leur sont impartis (Cherchye *et al.*, 2007 ; Mbuvi *et al.*, 2012). Dans notre cas, ces objectifs d'effectivité peuvent se résumer en : servir la population la plus étendue possible (dans sa juridiction d'activités) avec une eau de qualité et distribuer le plus grand volume d'eau possible.

Comme pour les scores d'efficacité technique, les scores *BoD* sont calculés par rapport aux opérateurs qui sont situées sur la frontière de production. Les scores *BoD* sont compris entre 0 et 1, cette dernière valeur traduisant un niveau d'effectivité maximal c'est-à-dire égal à 100%. Plus le score s'en éloigne (ou se rapproche de 0), plus faible est le niveau d'effectivité.

Les scores *BoD* trouvés à l'étape 2 sont divisés par les scores d'efficacité technique produits à l'étape 1 pour donner les scores *PIC* à l'étape 3. En effet, une mauvaise utilisation des ressources disponibles (inefficacité technique) peut empêcher que les objectifs assignés à un opérateur ne soient pleinement atteints (c'est-à-dire l'ineffectivité). De même, un opérateur pourrait avoir une plus grande efficacité (meilleure utilisation des ressources) mais afficher une piètre performance en termes d'effectivité. Le ratio *PIC* permet de saisir cette relation entre l'efficacité technique et l'effectivité. Il donne l'indication sur soit le niveau du besoin en ressources additionnelles pour atteindre 100% d'effectivité (si $PIC < 1$) soit le niveau en excès des ressources utilisées pour atteindre 100% d'effectivité (si $PIC > 1$).

La figure 1, ci-dessous tirée de Mbuvi *et al.*, (2012), permet d'illustrer les scores d'efficacité technique, les scores d'effectivité et les scores *PIC*. Soient A et B, deux opérateurs de distribution d'eau. La figure 1a illustre leurs mesures des scores d'efficacité technique orientés output étant donné les quantités d'inputs, notés respectivement, A_{TE} et B_{TE} . Puisque les deux opérateurs ne sont pas situés sur la frontière de production, ils sont inefficaces. Cependant A est techniquement plus efficace que B ($A_{TE} > B_{TE}$).

Figure 1a: Efficacité technique : TE, x est donné

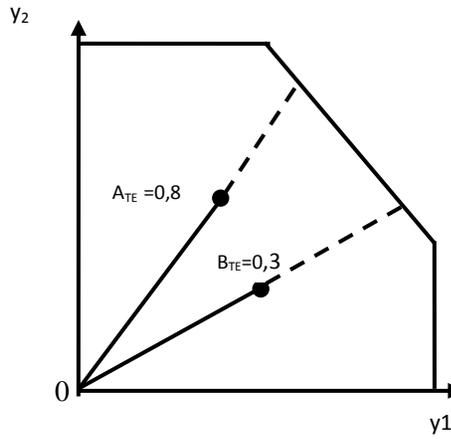


Figure 1b: Benefit of Doubt: BoD, x=1

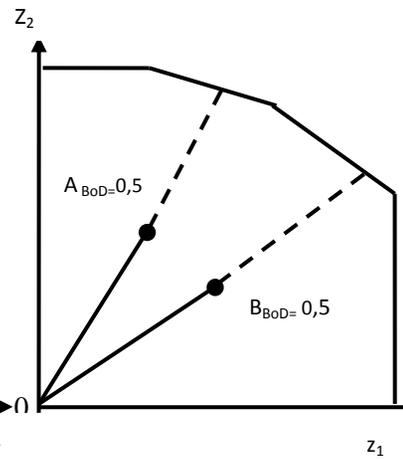
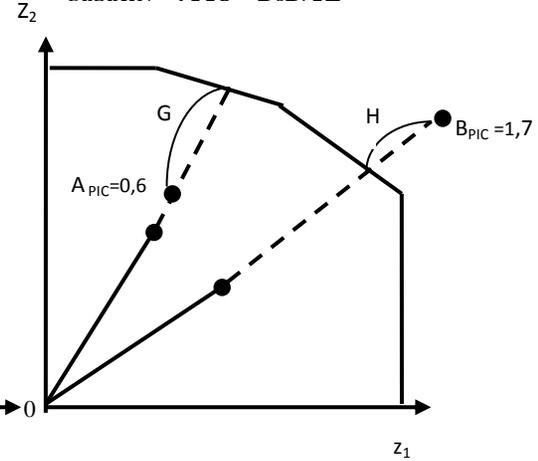


Figure 1c: 'Potential Input Capacity' : PIC = BoD/TE



Source : Mbuvi *et al.*, (2012). Note : y, x, z sont des variables qui représentent respectivement les outputs, les inputs et les indicateurs partiels de performance (voir la section 4.5.1. pour leurs détails).

Les scores d'effectiveness (scores BoD), désignés par A_{BoD} et B_{BoD} , sont présentés dans la figure 1b. Dans cette figure, les outputs sont les indicateurs partiels de performance et l'input est un vecteur des 1. Dans cet exemple, les deux opérateurs affichent les mêmes niveaux des scores d'effectivité ($A_{BoD} = B_{BoD}$). Les scores *PIC*, notés A_{PIC} et B_{PIC} respectivement pour les deux opérateurs observés, sont représentés dans la figure 1c. Ils sont, tour à tour, égaux aux ratios des scores BoD par les scores d'efficacité technique. Autrement dit, ils sont donnés par les distances $OA_{BoD}/OA_{TE} = OA_{PIC}$ et $OB_{BoD}/OB_{TE} = OB_{PIC}$.

Cette valeur *PIC* peut être égale, inférieure ou supérieure à l'unité. Une valeur $PIC = 1$ signifie que les compagnies observées sont, à la fois, 100% techniquement efficaces et 100% effectives. En d'autres termes, elles présentent une allocation exacte des ressources. Si $PIC < 1$, il y a insuffisance des ressources pour les opérateurs concernés. Dans ce cas, le problème de l'ineffectivité est plus important que celui de l'inefficacité technique. Ce qui signifie que les opérateurs affectés présentent un besoin en quantités additionnelles des inputs pour atteindre 100% d'effectivité. Dans la figure 1c, ce besoin en ressources est illustré pour l'opérateur A par la distance G. Par ailleurs, une valeur $PIC > 1$ s'interprète comme étant une prépondérance du problème d'inefficacité technique sur celui d'ineffectivité. Autrement dit, à l'instar de la firme B dans la figure 1c, les opérateurs qui affichent pareille valeur utilisent leurs inputs de manière excessive. S'ils auraient été efficaces, ils emploieraient moins de ressources pour atteindre 100% d'effectivité. Cet excès est représenté sur cette figure par la distance H.

La quatrième étape évalue les déterminants de l'efficacité technique et ceux de l'effectivité grâce à des estimateurs d'un modèle de régression tronquée obtenus par maximum de vraisemblance. Dans ce modèle, les scores d'efficacité (d'effectivité) obtenus lors des étapes 1 (2) sont considérés comme variables dépendantes respectives. Les variables indépendantes sont les variables explicatives possibles de l'efficacité technique (de l'effectivité). Elles comprennent des facteurs au-delà du contrôle des opérateurs de distribution d'eau. Ces facteurs exogènes peuvent influencer la performance des opérateurs en agissant sur l'utilisation des inputs ou la production des outputs. Ce modèle de régression en deuxième étape suppose que ces facteurs exogènes n'influencent pas la forme de la technologie de production mais uniquement le modèle d'inefficacité technique (sa moyenne et sa variance). La procédure en double bootstrap dans cette deuxième étape améliore l'estimation de l'intervalle de confiance, spécialement lorsque les échantillons sont finis.

4.4. Source des données

Les données sur les entreprises de distribution d'eau en Afrique Subsaharienne utilisées dans cette étude sont essentiellement tirées de la base des données conçue dans le cadre de la première phase du projet "Africa Infrastructure Country Diagnostic, AICD". Ce projet a été mis en place par la Banque Mondiale sous l'égide d'un comité de pilotage constitué des organismes suivants : l'Union Africaine, le Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD), les Communautés Régionales Africaines, la Banque Africaine de Développement, "Development Bank of Southern Africa" et les principaux donateurs en infrastructures.

De la base des données originale, nous avons exclu les entreprises dont toute l'information sur une variable pertinente, au regard de la spécification de notre modèle, était indisponible. Coelli *et al.*, (2003) proposent des étapes à suivre pour analyser les données et en éliminer celles qui sont potentiellement aberrantes. Dans l'esprit de ce que proposent ces auteurs, nous avons complété les données disponibles issues de la base des données de l'AICD par les informations chiffrées produites dans quelques rapports annuels provenant des entreprises ou des organismes de régulation dans un pays donné lorsque ceux-ci étaient disponibles. Ensuite, nous avons vérifié la consistance interne des données notamment dans le calcul des volumes annuels d'eau perdue sur le réseau. Enfin, nous avons réalisé des estimations préliminaires par la DEA ; celles-ci ont eu pour conséquence l'exclusion des entreprises qui avaient un effet anormal sur les résultats.

Par conséquent, notre analyse porte sur un panel non balancé de 21 opérateurs issus de 15 pays sur 24 pays concernés par la première phase dudit projet AICD. Ce qui représente 63% des pays dont les opérateurs ont répondu au questionnaire de collecte d'informations. Ces pays sont : Afrique du Sud, Benin, Burkina Faso, Cape Vert, Côte d'Ivoire, Kenya, Malawi, Mozambique, Niger, Nigeria, Rwanda, Sénégal, Tanzanie, Ouganda et Zambie. Ces données sont des observations annuelles relatives à la période 2000 à 2005. De façon spécifique, ce sont les informations quantitatives relatives à la production et utiles pour l'analyse de la performance (efficacité technique et effectivité) qui sont rapportées de manière homogène et consistante pour différents opérateurs de distribution d'eau en milieux urbains.

4.5. Description des variables

Sélectionner les variables à inclure dans un modèle est un exercice d'une importance capitale pour une évaluation consistante de la performance et de ses déterminants. Notre choix a été influencé par la connaissance du processus de la production et de la distribution de l'eau, les études empiriques antérieures dans le même secteur et la disponibilité des données.

4.5.1. *Les variables d'outputs, d'inputs, de qualité et les indicateurs partiels de performance (effectivité)*

Le modèle estimé comprend deux outputs et trois inputs. Les mesures d'outputs sont, respectivement, la population desservie par l'opérateur (*POPD*) et le volume annuel d'eau distribué (*VDI*). Ils traduisent les objectifs dévolus aux entreprises du secteur, à savoir : maximiser, à la fois, le volume d'eau distribué aux consommateurs et le nombre des personnes desservies (ou les clients), en assurant un approvisionnement en eau de qualité. En effet, le choix de la population desservie comme output qui représente la clientèle est justifiée du fait que ces entreprises de distribution d'eau utilisent aussi bien les connexions résidentielles et non-résidentielles, les bornes fontaines ou des revendeurs pour assurer cet approvisionnement en eau courante. De plus, il existe un lien entre le volume d'eau distribué et les recettes engrangées par l'opérateur pour assurer ses charges d'exploitation et maintenance et celles relatives aux investissements.

Les inputs retenus représentent respectivement le capital, le travail et la qualité du service. La variable capital est saisie à travers la longueur des canalisations de distribution de l'eau (*CAN*), laquelle est un "proxy" à défaut de disposer des informations sur les actifs spécifiques au secteur tels que, par exemple, les usines de

traitement, les pompes, les réservoirs de stockage. Cette mesure retenue est moins encline « *aux variations issues de l'estimation des constructions en cours et aux taux de change.* » (De Witte & Marques, 2007). La variable travail, tel que fournie par la base des données de l'AICD, est une mesure agrégée représentée par le nombre total des travailleurs (*PERS*) sans en distinguer les différentes catégories (employés, ouvriers, temps partiels ou temps pleins).

A côté de ces inputs traditionnels, nous introduisons le volume annuel d'eau perdue comme un "*bad input*" (Rheinard *et al.*, 1999, 2000 ; Coelli *et al.*, 2013). C'est une variable de qualité qui est un substitut imparfait qui traduit un "trade off" que font les managers des entreprises entre la qualité et les deux autres inputs. En effet, pour réduire les volumes d'eau perdue sur le réseau de distribution, les opérateurs ont le choix entre deux possibilités : accroître la maintenance ou réaliser des investissements et remplacer les canalisations de distribution vétustes. Il y a donc une dépense additionnelle d'exploitation ou en capital à la charge de l'opérateur pour réduire les quantités d'eau perdue sur le réseau de distribution.

Pour le calcul des scores *BoD*, nous avons retenu deux indicateurs partiels de performance comme suit. (i) La proportion de la population desservie sur la population résidant dans la zone desservie (*POPDOPR*). Quand elle est exprimée en %, elle mesure le taux de couverture du service sur le périmètre exploité par l'opérateur. (ii) Le ratio du volume d'eau distribué par la population résidant dans la zone desservie (*VDIOPR*). Il saisit la quantité d'eau délivrée comparée à l'objectif assigné à l'entreprise et qui consiste à fournir une eau de qualité à toute la population qui réside dans son périmètre d'activités.

4.5.2. *Les facteurs exogènes et variables institutionnelles*

Pour atteindre les niveaux attendus de performance (efficacité technique et d'effectivité), les opérateurs sont confrontés à des facteurs qui ne sont pas directement sous leur contrôle. Ces derniers peuvent expliquer les différences de performance et ils prennent en compte les différences de l'environnement d'exploitation. Les facteurs retenus dans notre cas sont repris ci-dessous avec leurs signes attendus entre parenthèses.

PIB (+) : C'est le produit intérieur brut *per capita*. C'est la variable qui capte les différences dans l'environnement socio-économique des pays dans lequel s'opère l'activité d'exploitation du service de l'eau. C'est la variable revenu, un facteur important qui affecte la quantité demandée du service de l'eau et la capacité d'un pays à opérer un transfert vers l'opérateur pour sa viabilité financière. Il est exprimé en tenant compte du taux de parité de pouvoir d'achat. Son information provient de "World Development Indicators, 2012". Un effet positif de cette variable sur l'efficacité technique (l'effectivité) est attendu.

Deux variables physiques et facteurs des coûts :

DENS (+) : C'est la densité de la population desservie calculée par le ratio de la population desservie par kilomètre de canalisations de distribution. En effet, l'une des possibilités pour combler la demande de l'eau, en Afrique Subsaharienne, c'est d'augmenter le nombre des clients par kilomètre des canalisations de distribution d'eau (Mbuvi *et al.*, 2012). Plus la densité de la population desservie sera grande, plus faible sera le coût pour étendre le réseau (les taux de couverture du service). Plus des personnes seront desservies et plus de volume d'eau sera distribué. Un effet positif de cette variable sur l'efficacité technique (l'effectivité) est attendu.

PCOR (–) : C’est la part en pourcentage (%) des connexions résidentielles dans l’ensemble des connexions. Selon Coelli & Walding (2005), la consommation des clients non-résidentiels (c'est-à-dire les entreprises commerciales et industrielles, les Administrations Publiques et autres organisations) tend à être importante. De plus, un pourcentage élevé des clients non-résidentiels peut être favorable à l’efficacité technique (l’effectivité) étant donné que le niveau de traitement d’eau que ceux-ci requièrent n’est pas toujours de même qualité que celui des consommateurs résidentiels. L’attente est telle qu’un pourcentage élevé des clients résidentiels influera négativement sur l’efficacité technique (l’effectivité).

Enfin, nous définissons trois modèles, lesquels incluent les trois variables exogènes ci-dessus (*PIB*, *DENS* et *PCOR*) mais ils diffèrent selon les variables institutionnelles (gestion et exploitation du service et institution de régulation) prises en compte dans chacun des cas. Dans les modèles 1 et 2, nous intégrons une variable qui saisit l’existence de la participation du secteur privé dans la gestion ou l’exploitation du service sous forme soit d’un contrat de gestion soit d’un contrat de délégation (affermage ou concession). Cette approche, dictée par la disponibilité des données, est limitée étant donné qu’elle ne tient pas compte des différences d’incitations qui existent entre les différents types de contrats et qui par, conséquent, influent sur la performance. L’interprétation des résultats devrait se faire en gardant cette remarque à l’esprit.

De ce qui précède, *PRIV* (+) : c’est une variable muette qui prend la valeur 1 s’il y a participation d’un opérateur privé donné, i , dans la gestion ou l’exploitation du service de l’eau en une année donnée, t , et 0 sinon. Nous nous attendons à ce que cette variable puisse avoir un effet positif sur l’efficacité technique parce que, comparativement à une entreprise publique, nous supposons que l’entreprise privée

(i) est dotée des mécanismes d'incitation, de contrôle interne et externe, qui sont plus forts ; (ii) sa fonction objectif est plus claire et non équivoque et (iii) elle est choisie à la suite d'une procédure d'appels d'offre (Hypothèse *1a*). De plus, la participation du secteur privé à la gestion ou à l'exploitation devrait conduire à des taux de couverture du service élevés (scores d'effectivité élevés) étant donné que le secteur public, responsable des infrastructures dans la plupart des cas, devrait avoir accès aux financements nécessaires pour permettre l'investissement (Hypothèse *1b*).

Les modèles 1 et 2 diffèrent au niveau de la définition de la variable institutionnelle relative à la régulation. Les entreprises de distribution d'eau concernées par cette étude sont supervisées (hormis l'autorégulation retrouvée en Afrique du Sud, Malawi, Nigeria) par deux types d'institutions de régulation. Quelques-unes sont régulées par une agence de régulation qui est soit sectorielle (Kenya, Mozambique, Zambie) soit multisectorielle (Cape Vert, Niger, Tanzanie, Rwanda). Pour certaines autres, la fonction de régulation est organisée sous forme d'une régulation par contrat de performance (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ouganda, Sénégal) supervisé soit par un département au sein d'un ministère soit par la société de patrimoine.

Ainsi, dans le modèle 1, la régulation est saisie par la variable *ARI* (+) : C'est une variable muette qui prend la valeur 1 si la fonction de régulation est confiée à une agence de régulation autonome, *i*, en une année, *t*, donnée et 0 sinon.

Dans le modèle 2, la variable qui capte la régulation c'est *CPERF* (+) : c'est une variable muette qui prend la valeur 1 s'il existe un contrat de performance destiné à contrôler une entreprise donnée, *i*, en une année donnée, *t*, et 0 sinon.

Nous nous attendons à ce que l'implémentation d'une agence de régulation (variable *ARI*) et de la régulation par contrat de performance (variable *CPERF*) conduise, respectivement, à une efficacité technique et une effectivité plus élevée étant donné qu'il augmente la crédibilité dans le secteur et limite le risque d'un comportement opportuniste de la part du Gouvernement et partant, elle rassure les investissements (Hypothèses 2a, 3a, 2b et 3b).

Dans le modèle 3, nous définissons les variables institutionnelles en tenant compte de la typologie observée comme suit. *REGPRIV* (+) : c'est une variable muette qui prend la valeur 1 si une entreprise de distribution d'eau, *i*, a connu une participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation en une année, *t*, donnée et si elle est régulée soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance et 0 si elle appartient à la catégorie « Autre ». *REGPUB* (+) qui est une variable muette qui prend la valeur 1 si une entreprise de distribution d'eau, *i*, donnée est sous gestion publique en une année donnée, *t*, et si elle est régulée soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance et 0 si elle appartient au groupe « Autre ».

Etant donné les éléments justificatifs possibles de l'effet des variables liées à la propriété (*PRIV*) et à la régulation (*ARI* et *CPERF*) tels que présentés ci-dessus, nous attendons à ce que les entreprises qui appartiennent aux catégories « Régulation – Privé » et « Régulation – Publique » puissent afficher une efficacité technique (effectivité) plus élevée que les entreprises constitutives du groupe « Autre » (Hypothèses 4a, 5a, 4b et 5b). D'autre part, notre attente est telle que les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé » puissent présenter une efficacité technique (effectivité) plus grande que celles de la catégorie « Régulation – Publique » (Hypothèses 6a et 6b).

4.6. Statistiques descriptives

Le tableau 4.2 reprend les statistiques descriptives pour les variables d'outputs et d'inputs, les facteurs exogènes et institutionnels ainsi que les indicateurs partiels de performance (effectivité) retenus. L'entreprise moyenne de l'échantillon fournit de l'eau à 1,03 millions des personnes et elle distribue un volume annuel de 32,5 millions de mètres cubes. Elle dispose d'un réseau de distribution d'eau dont la longueur est de 2424 kilomètres. Elle emploie 750 personnes et elle perd annuellement 14,2 millions des mètres cubes d'eau sur son réseau.

Par rapport à l'objectif assigné à chaque opérateur de distribution de l'eau dans sa juridiction d'exploitation, à savoir desservir toute la population qui y réside, les données observées nous renseignent qu'en moyenne : (i) le pourcentage de la population desservie s'élève à 41% de la population résidant sur le périmètre d'exploitation leur attribué ; (ii) ils distribuent un volume annuel d'eau de 18 mètres cubes par an à chaque habitant de la zone exploitée.

Tableau 4.2. Statistiques descriptives (N=77)

			Unités	Moyenne	Ecart- Type	Minimum	Maximum
<i>Variables d'outputs</i>							
Population desservie		POPD	10 ⁶ Habitants	1,030	1,700	0,011	8,090
Volume distribué	d'eau	VDI	10 ⁶ m ³	32,500	42,900	1,000	204,000
<i>Variables d'inputs</i>							
Longueur des canalisations de distribution d'eau		CAN	Kms	2424,000	3150,000	40,000	12575,000
Effectif personnel	du	PERS	Nombre	750,000	635,000	64,000	3020,000
Volume perdu	d'eau	VDP	10 ⁶ m ³	14,200	18,500	0,390	94,400
<i>Variables environnementales</i>							
PIB par habitant		PIB	10 ³ \$PPP	1,544	1,955	0,533	8,597
Densité de population desservie	de la	DENS	Population desservie/Km	409,000	264,000	66,000	1370,000
Proportion des connexions résidentielles	des	PCOR	%	91,300	4,550	36,400	98,800
<i>Variables institutionnelles</i>							
Agence Régulation Contrat	de	ARI	Muette	0,481	0,503	0	1
performance	de	CPERF	Muette	0,273	0,448	0	1
Participation secteur privé	du	PRIV	Muette	0,636	0,484	0	1
RégulationPrivé		REGPRIV	Muette	0,449	0,500	0	1
RégulationPublique		REGPUB	Muette	0,163	0,372	0	1
<i>Ratios</i>							
Population desservie sur Population résidant dans la zone exploitée		POPDPPOP	Ratio	0,409	0,284	0,04	0,986
Volume distribué sur Population résidant dans la zone exploitée	d'eau	VDIPOP	m ³ /habitant	17,960	15,320	3,39	69,600

Le tableau 4.3 illustre les caractéristiques de la production (outputs, inputs) et des indicateurs partiels de performance moyens pour chaque entreprise de l'échantillon. Les entreprises de distribution d'eau sont différentes en taille à plusieurs égards. La compagnie Sodeci, qui dessert plusieurs centres de distribution d'eau sur le territoire national en Côte d'Ivoire, fournit le service à 800 fois plus de personnes que l'entreprise Mozambicaine qui dessert la ville de Quelimane. Le volume d'eau distribué par cette dernière est plus de 190 fois plus petit que celui de la compagnie Afrique du Sud (Ethekwini).

En termes des variables d'inputs capital, travail et volume d'eau perdue, Afrique du Sud (Ethekwini) dispose, en moyenne, d'une longueur des canalisations de distribution d'eau 314 fois plus grande que celle de Mozambique (Pemba). Elle emploie 45 fois plus de personnel et son volume d'eau perdue est 185 fois plus élevé que celui de Mozambique (Quelimane). Quant aux indicateurs partiels de performance relatifs à l'effectivité, Kenya (Nwasco) sert 96% de la population résidant sur son périmètre d'exploitation alors que Tanzanie (Mwsa) et Mozambique (Quelimane) n'atteignent pas 5% de taux de couverture. Enfin, les entreprises sud-africaines (Afrique du Sud, Drakenstein et Afrique du Sud, Ethekwini) possèdent un ratio volume d'eau distribué par population résidant sur le périmètre exploité plus de 15 fois plus élevé que Mozambique (Quelimane).

Tableau 4.3. Caractéristiques des compagnies de distribution d'eau (Moyenne : 2000-2005)

Pays	Compagnies	N	POPD (10 ⁶ Habitants)	VDI (10 ⁶ m ³)	CAN (kms)	PERS (nombre)	VDP (10 ⁶ m ³)	POPDPOPR (ratio)	VDIPOPR (m ³ /habitant)
Afrique du Sud	Drakenstein	4	0,19	13,30	597	162	1,94	0,891	64,15
Afrique du Sud	Ethekwini	2	3,10	202,00	12575	2955	89,10	0,928	60,45
Bénin	Soneb	1	1,45	23,00	4187	673	7,16	0,500	7,92
Burkina Faso	Onea	6	0,80	29,40	2787	608	5,56	0,317	12,53
Cape Vert	Electra	6	0,09	2,50	315	688	0,96	0,404	11,79
Côte d'Ivoire	Sodeci	3	8,03	124,00	11718	1546	31,50	0,953	14,67
Kenya	Nwasco	2	2,35	92,20	2500	2159	58,60	0,960	37,62
Malawi	Bwb	3	0,38	15,50	1014	629	13,90	0,473	19,55
Malawi	Lwb	2	0,36	23,20	1004	436	5,62	0,584	37,69
Mozambique	Beira	4	0,06	3,73	50	266	4,59	0,109	6,75
Mozambique	Nampula	4	0,03	2,50	67	102	1,69	0,078	6,68
Mozambique	Pemba	4	0,02	1,20	40	88	1,20	0,150	9,62
Mozambique	Quelimane	4	0,01	1,05	51	66	0,48	0,047	4,03
Niger	Seen	5	0,73	30,60	2154	544	6,97	0,354	14,90
Nigeria	Kaduna	1	1,51	63,70	2139	2076	22,70	0,482	20,37
Ouganda	Nwsc	6	1,33	30,70	2163	1038	20,00	0,624	14,37
Rwanda	Electrogaz	6	0,33	8,37	2132	1333	7,32	0,189	4,74
Sénégal	Sde	6	2,95	89,40	6915	1185	24,5	0,622	18,89
Tanzanie	Duwasco	1	0,10	5,11	205	163	2,19	0,399	18,32
Tanzanie	Mwsa	3	0,02	6,91	245	201	7,48	0,044	18,12
Zambie	Lwsc	4	0,36	32,70	2300	505	43,00	0,255	23,60

Note : N signifie le nombre d'observations ; POPD, VDI, CAN, PERS, VDP, POPDPOPR et VDIPOPR sont, respectivement, les variables d'output, d'inputs et les indicateurs partiels d'effectivité tels que définis au point 4.5.1.

Le tableau 4.4 est un relevé des caractéristiques des compagnies de distribution d'eau en prenant en compte les types de modes de gestion et d'exploitation et les catégories d'entreprises observées dans cette étude. En moyenne, la plus grande proportion de la population résidant dans les périmètres exploités des pays africains étudiés est desservie par les entreprises publiques (49,8 % contre 35,9%). Leur ratio du volume d'eau distribué par la population résidant sur le périmètre exploité est 2,6 fois plus grand que celui des entreprises avec participation du secteur privé. En moyenne, elles emploient un effectif des travailleurs 1,3 fois plus élevés que les entreprises avec participation du secteur privé. Leur volume d'eau distribué est aussi 1,3 fois plus élevé que pour celles avec participation du secteur privé. Ces dernières perdent 2,4 fois moins d'eau sur le réseau que les entreprises publiques et elles ont une longueur des canalisations de distribution d'eau légèrement plus élevée (1,07 fois).

Tableau 4.4. Caractéristiques des compagnies de distribution d'eau par typologie (Moyenne : 2000-2005)

Typologie	N	POPD (10 ⁶ Habitant)	VDI (10 ⁶ m ³)	CAN (kms)	PERS (nombre)	VDP (10 ⁶ m ³)	POPD POPR (ratio)	VDI POPR (m ³ /habitant)
Comparaison entreprises avec participation du secteur privé et entreprises sous gestion publique								
Participation du secteur privé	49	1,186	29,2	2481	671	9,48	0,359	11,27
Publique	28	0,756	38,0	2325	887	22,50	0,498	29,40
Comparaison selon la typologie identifiée								
Régulation – Privé	44	1,291	31,0	2653	674	10,20	0,361	11,12
Régulation – Publique	14	0,716	29,8	1878	819	25,30	0,359	19,75
Autre	19	0,656	37,3	2296	874	15,30	0,557	32,10

Note : N signifie le nombre d'observations ; POPD, VDI, CAN, PERS, VDP, POPDPOPR et VDIPOPR sont, respectivement, les variables d'output, d'inputs et les indicateurs partiels d'effectivité tels que définis au point 4.5.1.

La comparaison selon la typologie observée pour cet échantillon d'entreprise est aussi informative. Elle révèle que, lorsqu'il y a combinaison participation du secteur privé du secteur avec régulation par agence ou par contrat de performance, la population desservie est presque 2 fois plus élevée que pour les entreprises qui appartiennent respectivement aux groupes « Régulation-Publique » et « Autre ». De plus, ce premier groupe présente une longueur des canalisations de distribution d'eau plus de 1,2 fois plus grande que les deux dernières catégories. Quant à son volume d'eau perdue, il est le plus faible. Cependant, les entreprises de la catégorie « Autre » distribuent un volume d'eau plus important et desservent une proportion de la population plus élevée (56%) avec un volume d'eau plus élevé (32,1 m³/habitant).

Tableau 4.5. Coefficients des corrélations

	POPD	VDI	CAN	PERS	VDP	POPDPOPR	VDIPOPR
POPD	1,000						
VDI	0,803***	1,000					
CAN	0,890***	0,933***	1,000				
PERS	0,603***	0,804***	0,733***	1,000			
VDP	0,524***	0,844***	0,694***	0,767***	1,000		
POPDPOPR	0,123	0,423***	0,247***	0,247***	0,447***	1,000	
VDIPOPR	0,654***	0,693***	0,621***	0,593***	0,543***	0,692***	1,000

Niveaux de significativité : *** à 1%. POPD, VDI, CAN, PERS, VDP, POPDPOPR et VDIPOPR sont, respectivement, les variables d'output, d'inputs et les indicateurs partiels d'effectivité tels que définis au point 4.5.1.

Les coefficients de corrélation entre les variables d'outputs et les variables d'inputs sont repris dans le tableau 4.5. Ils sont supérieurs ou égaux à 0,524 et ils sont tous significatifs au seuil de 1%. Ils suggèrent un lien positif significatif entre les outputs et les inputs.

4.7. Résultats

Ci-dessous, les résultats des estimations c'est-à-dire les scores d'efficacité technique, les scores d'effectivité, les scores *PIC* et les déterminants de la performance (efficacité technique et effectivité). Les scores d'efficacité et d'effectivité sont calculés en utilisant le logiciel FEAR (Wilson, 2005)²² et les régressions tronquées sont estimées grâce à Stata 11.

4.7.1. Les scores d'efficacité technique, les scores d'effectivité et les *PIC*

Etant donné que la période étudiée est limitée, nous supposons qu'il n'y a pas eu de progrès technologique et nous procédons aux évaluations d'un modèle « pooled data ». Ce choix est valable aussi bien pour l'évaluation des scores d'efficacité et d'effectivité. Dans ce sens, pour chacune de ces mesures de performance, une frontière de production unique est estimée pour 77 opérateurs en une seule année²³. Par conséquent, c'est en référence à cette frontière de production unique que sont calculés les scores d'efficacité technique (et d'effectivité). Le tableau 3.5 contient les résultats des scores d'efficacité technique, d'effectivité et des *PIC* moyens par opérateur et les classements des entreprises qui en résultent.

²² Nous nous limitons à présenter dans ces résultats uniquement les scores d'efficacité et d'effectivité corrigés du biais. Tout lecteur désireux d'avoir les informations sur la distribution du biais et les intervalles de confiance, pour les différents scores et pour chaque opérateur, peut l'obtenir auprès de l'auteur.

²³ Une autre possibilité consisterait, au regard de chaque aspect de l'étude de performance étudiée, à estimer une frontière de production en chaque année par rapport à laquelle vont être calculés les scores d'efficacité (et d'effectivité) en chaque période.

En moyenne, les opérateurs paraissent plus efficaces techniquement qu'effectifs (y compris lorsque l'on pondère les scores par la population desservie comme présenté dans le tableau 4.7). Le score moyen d'efficacité technique est estimé à 0,762 (c'est-à-dire 76,2%). Ce qui nous renseigne qu'en moyenne, les entreprises de l'échantillon pourraient augmenter les outputs de 24%²⁴ étant donné les inputs à leur disposition. Quant au score moyen d'effectivité, il s'élève à 0,398 (c'est-à-dire 39,8%). Ce qui signifie que, en moyenne, les opérateurs de l'échantillon pourraient améliorer leur niveau d'effectivité de 60%. En tenant compte des pondérations, les opérateurs devraient augmenter leur efficacité technique et leur effectivité, respectivement, de 14% et 32 % parce que dans ce cas leurs scores d'efficacité technique et d'effectivité sont égaux à 0,835 et 0,677 (c'est-à-dire respectivement 83,5% et 67,7%).

A ce niveau, notre résultat diffère de celui de Mbuvi *et al.*, (2012), lesquels ont identifié un problème d'inefficacité technique plus important que celui d'ineffectivité (soit une valeur moyenne du *PIC* > 1). Cette différence peut s'expliquer en ce que notre échantillon est plus petit que le leur (21 opérateurs contre 51 opérateurs). En plus, il ne concerne que des opérateurs d'Afrique Subsaharienne alors que le leur s'intéresse à toute l'Afrique (y compris des pays tels que, par exemple, Gabon, Ile Maurice, Mauritanie aux caractéristiques différentes de celles de notre échantillon).

²⁴ Cette valeur est égale à $(1-0,762)*100$ ou $100\% - 76,2\%$. Logique identique pour trouver de combien les outputs ou les niveaux d'effectivité doivent être augmentés, que ce soit dans les cas sans pondération que ceux avec pondération.

Tableau 4.6. Scores d'efficacité technique, Scores d'effectivité, **PIC** et Classement des entreprises: (Moyenne : 2000-2005)

Pays	Compagnies	Efficacité technique		Effectivité		PIC	
		Score	Classement	Score	Classement	Score	Classement
Afrique du Sud	Drakenstein	0,877	7	0,816	4	0,930	5
Afrique du Sud	Ethekwini	0,878	5	0,841	3	0,958	3
Bénin	Soneb	0,671	18	0,476	8	0,709	8
Burkina Faso	Onea	0,878	6	0,304	14	0,346	16
Cape Vert	Electra	0,599	19	0,390	11	0,651	9
Côte d'Ivoire	Sodeci	0,849	11	0,907	2	1,078	1
Kenya	Nwasco	0,863	9	0,923	1	1,070	2
Malawi	Bwb	0,487	20	0,453	10	0,930	4
Malawi	Lwb	0,913	1	0,529	7	0,579	11
Mozambique	Beira	0,887	4	0,100	19	0,113	19
Mozambique	Nampula	0,872	8	0,080	20	0,092	20
Mozambique	Pemba	0,806	13	0,137	18	0,170	18
Mozambique	Quelimane	0,709	17	0,049	21	0,070	21
Niger	Seen	0,900	3	0,338	12	0,376	14
Nigeria	Kaduna	0,854	10	0,462	9	0,541	12
Ouganda	Nwsc	0,763	16	0,599	6	0,785	6
Rwanda	Electrogaz	0,247	21	0,182	17	0,737	7
Sénégal	Sde	0,903	2	0,600	5	0,664	10
Tanzanie	Duwasco	0,787	14	0,318	13	0,404	13
Tanzanie	Mwsa	0,785	15	0,225	16	0,287	17
Zambie	Lwsc	0,812	12	0,286	15	0,352	15
Toutes		0,762		0,398		0,522	

Note : Les scores PIC sont calculés en faisant le ratio des valeurs moyennes, respectives, des scores BoD (scores d'effectivité) par celles des scores DEA-VRS (scores d'efficacité technique) repris dans le présent tableau.

Nous pouvons résumer les autres résultats du tableau 4.6 comme suit. Aucune entreprise n'est sur la frontière de production (pas des scores d'efficacité technique ni d'effectivité égaux à l'unité). Les scores d'efficacité moyens se rangent entre 0,247 pour l'entreprise la moins techniquement efficace de l'échantillon (Rwanda, Electrogaz) et 0,913 (Malawi, Lwb) l'entreprise techniquement la plus efficace. Plus de la moitié des entreprises observées ont un score d'efficacité moyen supérieur à

0,800. Quant aux scores *BoD*, nous observons des variations notables avec des scores avoisinant 5% (Mozambique, Quelimane) et des scores supérieurs à 90% (Côte d'Ivoire, Sodeci et Kenya, Nwasco).

En nous intéressant aux *PIC*, nous apprenons qu'en moyenne les opérateurs sont affectés par un plus grand problème d'ineffectivité que d'inefficacité technique ($PIC < 1$). Ce qui implique qu'ils ont besoin de ressources additionnelles (inputs) pour atteindre 100% d'effectivité. En moyenne, ce besoin est estimé à 48 % (soit $(1 - 0,522) * 100$). Font exception à cette observation, les compagnies Côte d'Ivoire (Sodeci) et Kenya (Nwasco) dont les scores d'effectivité sont supérieurs aux scores d'efficacité technique. Ce qui suggère que ces deux entreprises sont plus effectives qu'efficaces. En effet, leurs valeurs *PIC* sont supérieures à 1. Ce qui signifie que si ces entreprises auraient été efficaces, elles auraient été 100% effectives en ayant utilisé moins des ressources. Autrement dit, ils devraient réduire leurs inputs, respectivement de 7,8 % et 6,9%, pour atteindre 100% d'effectivité. Tous les résultats ci-dessus se reflètent à travers le classement des compagnies tel que repris dans le tableau 4.6. Le coefficient de corrélation de Pearson entre les scores d'efficacité technique et *BoD* est positif et faible. Il est évalué à 0,250 et il est significatif au seuil de 5%. Il suggère que, malgré la faible intensité du lien, une augmentation de l'efficacité technique s'accompagne d'une possible augmentation de l'effectivité.

Il est intéressant d'analyser la question qui consiste à savoir si la participation du secteur privé dans la gestion et l'exploitation de la distribution d'eau ou la combinaison des variables des réformes telles qu'identifiées à travers la typologie décrite ci-haut conduit à des niveaux de performance plus élevés. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.7 aussi bien pour les scores de performance non pondérés que lorsque ceux-ci sont pondérés par la population desservie pour tenir compte des

différences dans les tailles des opérateurs. En moyenne, les entreprises qui ont connu la participation du secteur privé affichent un score d'efficacité technique supérieur à celles qui sont sous gestion publique. Toutefois, leurs scores d'effectivité sont, à peine, moins élevés que ceux des entreprises sous gestion publique. Si ces dernières étaient efficaces, elles auraient besoin de moins de ressources additionnelles pour atteindre 100% de leur d'effectivité que les entreprises ayant connu la participation du secteur privé étant donné que leur valeur *PIC* est plus grande.

Tableau 4.7. Scores d'efficacité technique, scores BoD et scores PIC par typologie d'entreprises

	Scores DEA-VRS		Scores BoD		Scores PIC	
	Non pondérés	Pondérés	Non pondérés	Pondérés	Non pondérés	Pondérés
Comparaison entre sous gestion publique contre entreprises avec participation du secteur privé						
Entreprises publiques	0,731	0,792	0,491	0,679	0,672	0,857
Entreprises avec participation du secteur privé	0,780	0,850	0,344	0,678	0,441	0,798
Comparaison selon la typologie Régulation-Privé contre Régulation-Publique						
Régulation – Privé	0,784	0,850	0,347	0,687	0,443	0,808
Régulation – Publique	0,714	0,769	0,383	0,676	0,553	0,879
Autre	0,747	0,816	0,518	0,638	0,693	0,782
Toutes	0,762	0,835	0,398	0,677	0,522	0,811

Note : Tous les scores sont pondérés par la population desservie. Les scores PIC sont calculés en faisant le ratio des valeurs moyennes, respectives, des scores BoD par celles des scores DEA-VRS reprises dans le présent tableau.

Néanmoins, l'analyse selon la typologie observée qui combine les institutions d'exploitation du service et celles de régulation fait apparaître ce qui suit. Les entreprises qui ont connu la participation du secteur privé couplé à une institution de régulation (par contrat ou par agence) affichent une efficacité technique plus élevée que les entreprises comprises dans les deux autres catégories. Cependant, en ce qui concerne l'effectivité, les moyennes pondérées révèlent que si les entreprises du groupe « Régulation-Publique » améliorait leur efficacité technique, elles auraient

besoin de moins de ressources additionnelles pour atteindre 100% d'effectivité que les entreprises appartenant aux deux autres catégories.

4.7.2. Examen des déterminants de la performance.

Dans ce paragraphe, nous allons explorer l'effet des variables institutionnelles sur l'efficacité technique et l'effectivité. A cet effet, nous suivons le cadre proposé par Simar & Wilson (2007) et nous estimons un modèle de régression tronquée dont la spécification est la suivante :

$$\widehat{Eff}_{it} = \beta_0 + \beta_1 z_{1it} + \beta_2 z_{2it} + \beta_3 z_{3it} + \beta_4 z_{4it} + \beta_5 z_{5it} + \varepsilon_{it} \quad (4.4)$$

Où Eff_{it} est la variable dépendante représentant, tour à tour, les scores d'efficacité technique et les scores d'effectivité calculés ci-dessus pour un opérateur donné, i , en une année t donnée et les paramètres β sont à estimer. Les variables z_{1it} , z_{2it} , z_{3it} , z_{4it} , z_{5it} sont les facteurs exogènes et les variables institutionnelles identifiés au point 4.5.2 ci-haut. Ils sont intégrés en respectant les trois modèles qui sont décrits au même point. Le tableau 4.8 présente les coefficients de corrélation entre facteurs exogènes et les variables institutionnelles. Selon les modèles, aucune forte corrélation n'est détectée entre les variables institutionnelles qui puissent faire craindre l'existence d'une possible multicolinéarité entre ces variables explicatives.

Tableau 4.8. Coefficients de corrélation entre facteurs exogènes et variables institutionnelles

	PIB	DENS	PCOR	ARI	CPERF	PRIV	REGPR IV	REGP UB
PIB	1,000							
DENS	-0,144	1,000						
PCOR	0,069	-0,051	1,000					
ARI	-0,321***	0,026	-0,169	1,000				
CPERF	-0,132	0,165	0,108	-0,59***	1,000			
PRIV	-0,354**	0,247**	0,180	0,079	0,342	1,000		
REGPRI	-0,338**	0,317***	0,162	0,202*	0,413***	0,873***	1,000	
V								
REGPUB	-0,133	-0,186	-0,30***	0,315	-0,154	-0,65***	-0,57***	1,000

Note : ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%. PIB, DENS, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis au point 4.5.2

Les tableaux 4.9 et 4.10 reprennent les résultats des estimations pour les déterminants de l'efficacité technique et pour l'effectivité. Ils présentent les effets marginaux, selon les trois modèles définis dans le paragraphe 4.5.2. Le test de Wald (tableaux 4.9 et 4.10) permet de vérifier s'il existe un effet joint des variables explicatives introduites dans chacun des trois modèles. Dans notre cas, le test révèle que les variables explicatives, incluses dans chaque modèle, prises ensemble, ont un effet significatif sur les scores d'efficacité technique (d'effectivité).

4.7.2.1. Les déterminants de l'efficacité technique

Nous observons que les variables produit intérieur brut *per capita* et la densité de la population desservie disposent des signes positifs attendus et ils sont significatifs dans les trois modèles. Ce résultat est similaire à celui trouvé par Mbuvi *et al.*, (2012) pour la variable notée *PIB*. En effet, une augmentation du PIB per capita de 1000 \$ (PPA) est accompagnée d'une augmentation du score d'efficacité technique d'au moins 2,4 % selon le modèle. Une augmentation de la variable *DENS* de 100 habitants par kilomètre de canalisations de distribution entraîne une augmentation du

score d'efficacité technique de 3%. Quant à l'effet de la proportion des connexions résidentielles, il est (comme attendu) négatif mais non significatif.

Par ailleurs, l'examen des effets des variables institutionnelles sur l'efficacité productive donne les lumières suivantes. Au regard de l'hypothèse 1a, la variable "participation du secteur privé" (c'est-à-dire *PRIV*) dispose d'un effet positif mais non significatif sur l'efficacité technique dans les modèles 1 et 2. Autrement dit, les entreprises avec participation du secteur privé ne sont pas significativement différentes des entreprises publiques en termes d'efficacité technique.

Tableau 4.9. Déterminants de l'efficacité technique

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value
PIB	0,0240**	(0,016)	0,0270***	(0,001)	0,0290***	(0,004)
DENS	0,0003***	(0,000)	0,0003***	(0,000)	0,0003***	(0,005)
PCOR	-0,005	(0,153)	-0,005	(0,182)	-0,004	(0,264)
ARI	-0,045	(0,278)				
CPERF			0,113**	(0,022)		
PRIV	0,046	(0,289)	0,017	(0,693)		
REGPRIV					0,043	(0,410)
REGPUB					0,017	(0,774)
Sigma	0,267***	(0,000)	0,260***	(0,000)	0,277**	(0,000)
Wald chi(2)	18,11***	(0,003)	19,35***	(0,002)	13,73**	(0,017)
Nombre d'observations	77		77		77	

Note : p-value entre parenthèses : ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%. Pour les variables explicatives, ce sont les effets marginaux qui sont présentés dans le tableau. PIB, DENS, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis au point 4.5.2.

L'effet de la variable relative à l'agence de régulation" (c'est-à-dire *ARI* dans le modèle 1) est négatif mais non significatif contrairement aux attentes (hypothèse 2a). Par contre, les estimations suggèrent que la variable *CPERF* qui saisit la régulation par contrat de performance possède un effet positif et significatif sur l'efficacité technique. En effet, de façon consistante avec l'hypothèse 3a, les entreprises

supervisées par un contrat de performance paraissent plus efficaces, avec un score d'efficacité technique 11 % des points plus élevés que les entreprises qui sont soit autorégulées soit régulées par agence de régulation.

Par conséquent, superviser les entreprises par contrat de performance conduirait à une meilleure efficacité productive que réguler par agence. En effet, une régulation par contrat de performance bien implémentée permettrait des économies en évitant, notamment, la mise en place d'une agence indépendante de régulation et la formation qui y est associée pour l'acquisition des compétences nécessaires à la tâche de régulation (Tremolet & Binder, 2010).

Le modèle 3 fait apparaître que l'effet de la combinaison de la variable relative à la participation du secteur privé avec une agence de régulation ou un contrat de performance (c'est-à-dire *REGPRIV*) est positif mais non significatif. Il en est de même pour la variable qui capte la combinaison de la gestion publique avec une agence de régulation ou un contrat de performance (c'est-à-dire *REGPUB*). Cependant, le coefficient associé à *REGPRIV* est légèrement supérieur à celui de la variable *REGPUB* suggérant que les entreprises de la catégorie « Régulation – Privé » affichent une efficacité technique légèrement supérieure à celle de la catégorie « Régulation – Publique ». Les sens des signes de ces résultats s'alignent sur les hypothèses 4a, 5a et 6a.

4.7.2.2. Les déterminants de l'effectivité

Nous répétons le modèle de régression tronquée en deuxième étape avec, cette fois-ci, pour variable dépendante les scores d'effectivité et pour variables explicatives les mêmes facteurs exogènes et institutionnels que lors de l'étude des déterminants de

l'efficacité technique ci-dessus. Le tableau 4.10 est un relevé des résultats des effets marginaux des variables explicatives sur l'effectivité.

Tableau 4.10. Déterminants de l'effectivité

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value
PIB	0,0690***	(0,000)	0,0790***	(0,000)	0,103***	(0,000)
DENS	0,0003**	(0,037)	0,0002**	(0,038)	0,0003*	(0,065)
PCOR	-0,00001	(0,993)	0,002	(0,146)	0,002	(0,199)
ARI	-0,223***	(0,000)				
CPERF			0,317***	(0,000)		
PRIV	-0,087*	(0,065)	-0,191***	(0,000)		
REGPRIV					-0,043	(0,310)
REGPUB					0,059	(0,319)
Sigma	0,166***	(0,000)	0,146***	(0,000)	0,203***	(0,000)
Wald chi(2)	141,24***	(0,000)	179,61***	(0,000)	66,13***	(0,000)
Nombre d'observations	77		77		77	

Note : p-value entre parenthèses : ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%. Pour les variables explicatives, ce sont les effets marginaux qui sont présentés dans le tableau. PIB, DENS, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis au point 4.5.2.

Les résultats ci-dessous font apparaître qu'un lien positif et significatif existe entre le produit intérieur brut *per capita* variable (*PIB*) et l'effectivité. Ce qui implique qu'en moyenne, une augmentation du produit intérieur brut par habitant de 1000 (\$PPP) entraînerait une augmentation du score d'effectivité de 7 à 10 % selon le modèle considéré.

L'effet de la variable relative à la densité de la population desservie (*DENS*) sur l'effectivité est aussi positif et significatif. Une augmentation de la population desservie par kilomètre de canalisation de distribution d'eau de 100 personnes est accompagnée par une augmentation du score d'effectivité de 2 à 3% selon les modèles. Ce résultat suggère que, plus la population desservie est densément localisée

sur le périmètre exploité par un opérateur, mieux c'est pour l'augmentation des scores d'effectivité. Il existe un lien non significatif entre les scores d'effectivité et la proportion des connexions résidentielles.

Nos résultats montrent, contrairement à l'hypothèse 1b, que l'effet de la variable relative à la participation du secteur privé sur l'effectivité est négatif et significatif au regard des modèles 1 et 2. Ce qui suggère que les entreprises qui ont connu une participation du secteur privé semblent moins effectives que les entreprises sous gestion publique, avec un score d'effectivité qui est, en moyenne 9% à 19 % des points moins élevé. De plus, les résultats suggèrent un effet positif significatif de la régulation par contrat de performance sur l'effectivité dans le modèle 2. En effet, de façon consistante avec l'hypothèse 3b, réguler par contrat de performance conduit à des scores d'effectivité qui sont, en moyenne, 32 % des points plus élevés que réguler par une autre institution. De plus, réguler par contrat de performance conduit à une plus grande effectivité que réguler par agence.

Les bonnes performances relatives des entreprises publiques et de celles qui sont supervisées par contrat de performance montrent que les pratiques commerciales et les incitations incluses dans les contrats de performance ont permis l'amélioration de la viabilité financière de ces entreprises et partant, leur éligibilité pour des financements qui améliorent les taux de couverture du service.

Contrairement à l'hypothèse 2b, l'effet de la régulation par agence (modèle 1) sur les scores d'effectivité est négatif et significatif. Ce résultat signifierait que les agences de régulation n'ont pas présenté assez de garantie et de crédibilité pour attirer les investissements qui améliorent l'effectivité. Une explication possible de ce résultat réside dans le fait que les agences de régulation dans les pays en voie de

développement (notamment ceux d’Afrique Subsaharienne) sont caractérisées par des limitations en personnel (quantité et qualité) qui fragilisent leur crédibilité et leur efficacité (voir Laffont, 2005 ; Estache & Wren-Lewis, 2009).

L’hypothèse 4b n’est pas vérifiée étant donné que la variable *REGPRIV* affiche un effet marginal négatif. Par rapport à l’hypothèse 5b, il n’y a pas de différence significative entre les scores d’effectivité des entreprises de la catégorie « Régulation – Publique » et celles de la catégorie « Autre ». Ce résultat transparait à travers l’effet marginal positif mais non significatif de la variable *REGPUB*. Enfin, par rapport à l’hypothèse 6b, les estimations ne donnent pas de preuve d’une supériorité significative, en termes d’effectivité, des entreprises appartenant à la catégorie « Régulation – Privé » sur les entreprises de la catégorie « Régulation - Publique ».

4.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons procédé à l’évaluation de la performance relative (en termes d’efficacité technique et d’effectivité) de 21 opérateurs de distribution d’eau en milieux urbains issus d’un ensemble de 15 pays d’Afrique Subsaharienne. Nous avons utilisé le modèle DEA-VRS basé sur la procédure en double bootstrap (Simar & Wilson, 2007). Nous y avons exploré, à la fois, les scores d’efficacité technique, les scores d’effectivité, le ratio entre les scores d’effectivité et les scores d’efficacité technique (ou *PIC*) et l’effet des facteurs exogènes et institutionnels sur les performances relatives de ces opérateurs.

Les résultats de nos estimations révèlent que, bien que les opérateurs observés soient globalement techniquement inefficaces, ils rencontrent un problème d’ineffectivité plus important que celui d’inefficacité technique ($PIC < 1$). Autrement dit, ils ont besoin des ressources additionnelles pour réaliser 100% de leurs objectifs

d'effectivité dans leur zone de service. En outre, l'examen des facteurs qui expliquent les différences de performance fait apparaître que le produit intérieur brut *per capita* et la densité de la population présentent un lien positif et significatif pour l'efficacité technique et l'effectivité. Il confirme que plus grande est la densité de la population desservie, plus faible sera les coûts pour étendre la couverture du service et satisfaire la demande.

Quant aux variables institutionnelles, la variable relative à la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service présente un effet négatif et significatif sur les scores d'effectivité. Par contre, réguler par contrat de performance influe de façon positive et significative, aussi bien, sur l'efficacité technique que sur l'effectivité. Le contraire est observé lorsque la régulation se fait par agence. Enfin, l'effet de la combinaison de la participation du secteur privé avec une agence de régulation ou un contrat de performance tout comme la combinaison de la gestion publique avec une agence de régulation ou un contrat de performance présentent des effets non significatifs sur l'efficacité technique et l'effectivité.

Chapitre 5. Evaluation de l'effet des variables institutionnelles sur les taux de couverture du service

5.1. Introduction

L'Afrique Subsaharienne demeure la partie du monde où la distribution universelle d'une eau de qualité constitue l'une des préoccupations majeures de développement. En effet, elle abrite plus de 40% de la population mondiale n'ayant pas accès à l'eau potable de qualité (PNUD, 2012). Comblé ce déficit de demande non satisfaite exige : (i) d'augmenter des investissements et développer les taux de couverture du service et (ii) d'améliorer l'efficacité dans la gestion et l'exploitation du service.

Pour s'attaquer à ces problèmes, les principales institutions de financement ont promu et soutenu un ensemble des réformes entamées dès les débuts des années 1990. Ces réformes ont souvent concerné plus qu'une seule dimension institutionnelle c'est-à-dire qu'elles ont généralement combiné les aspects de gestion et de régulation, question d'impliquer un opérateur privé dans l'exploitation du service et de séparer la fonction politique de celle de régulation. Ainsi, l'observation des données à notre disposition fait apparaître une typologie d'entreprises de distribution de l'eau qui va au-delà d'une simple distinction binaire des opérateurs (par exemple, entreprises privées contre entreprises publiques, entreprises régulées contre entreprises non régulées).

En effet, il est possible de distinguer trois catégories d'entreprises. Premièrement, les entreprises avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service et qui sont contrôlées par une agence de régulation ou par un contrat de

performance. Deuxièmement, des entreprises publiques supervisées soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance. Dans cette typologie, la catégorie de référence est constituée par les entreprises de distribution d'eau n'appartenant à aucune de ces deux catégories précitées. Il s'agit des entreprises de distribution d'eau sous gestion publique ou avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service mais qui ne sont contrôlées ni par une agence de régulation ni par un contrat de performance durant la période étudiée. Le tableau 5.1 ci-dessous permet d'illustrer cette configuration des entreprises du secteur.

Tableau 5.1. Notre typologie des entreprises de distribution d'eau en Afrique Subsaharienne (2000-2005)

Pays	Compagnies	Catégorie Régulation – Privé	Catégorie Régulation - Publique	Catégorie « Autre »
Afrique du Sud	Drakenstein	-	-	2001-2005
Afrique du Sud	Ethekwini	-	-	2004-2005
Benin	Soneb	-	-	2004-2005
Burkina Faso	Onea	2001-2005	-	2000
Cape Vert	Electra	2003-2005	-	2000-2002
Côte d'Ivoire	Sodeci	2002-2004	-	-
Ethiopie	Adama	-	2004-2005	-
Kenya	Nwasco	-	2004-2005	-
Madagascar	Jirama	-	-	2000-2005
Malawi	Bwb	-	-	2003-2005
Malawi	Lwb	-	-	2003-2005
Mozambique	Beira	2002-2005	-	-
Mozambique	Nampula	2002-2005	-	-
Mozambique	Pemba	2002-2005	-	-
Mozambique	Quelimane	2002-2005	-	-
Namibie	Walvis Bay	-	-	2000-2005
Niger	Seen	2003-2005	-	2001-2002
Nigeria	Borno	-	-	2000-2003
Nigeria	Kaduna	-	-	2004-2005
Ouganda	Nwsc	2000-2004	2005	-
Rwanda	Electrogaz	2003-2005	2001-2002	2000
Sénégal	Sde	2000-2005	-	-
Tanzanie	Mwsa	-	2003-2005	-
Zambie	Lwsc	-	2001-2005	-

Source : Auteur sur base du rapport de Barnejee *et al.*, (2008), AfDB-WPP (2010), sites internet des entreprises si disponibles. A l'intérieur du tableau se trouvent consignées les périodes où une entreprise donnée est observée dans une catégorie donnée.

La littérature retient plusieurs études traitant des questions relatives au lien entre les variables des réformes (privatisation, concurrence, mise en place d'une autorité de régulation et l'interaction entre ces variables) et la performance dans les pays en voie de développement. Comparés au secteur de l'eau, les secteurs des télécommunications et de l'électricité sont les plus étudiés notamment parce qu'ils présentent un potentiel d'expansion, de concurrence et de croissance rapide de la production (Parker & Kirkpatrick, 2005). Par ailleurs, l'Afrique est la partie du monde qui a été la moins étudiée. Ce constat peut s'expliquer par le manque des données disponibles en quantité et en qualité, utiles pour mener pareille étude.

Notre étude s'inscrit dans le cadre des études qui se sont intéressées au lien entre les variables des réformes et la performance dans les industries en réseau, en général, et au secteur de la distribution de l'eau, en particulier (par exemple Clark *et al.*, 2004 et Estache *et al.*, 2008). Elle s'appuie sur un échantillon de 24 entreprises de distribution d'eau provenant de 18 pays d'Afrique Subsaharienne pour la période 2000 à 2005. Ces données sont tirées de la base des données mises en place dans le cadre de la première phase du projet AICD, un projet piloté par la Banque Mondiale sous l'égide des donateurs majeurs en infrastructures. Nous avons pour objectif, dans ce chapitre, d'évaluer quel est l'effet (s'il y en a un) de la réorganisation institutionnelle relevée ci-dessus sur l'expansion des taux de couverture du service de l'eau ?

Pour atteindre notre objectif, nous utilisons les techniques des données de panel (plus précisément le modèle à effets fixes). Nous nous attaquons au problème d'endogénéité en utilisant le cadre proposé par Heckman (1978). En effet, les réformes peuvent influencer la performance d'un secteur mais aussi la performance d'un secteur peut justifier l'implémentation des réformes.

Dans la suite, hormis la conclusion, ce chapitre est subdivisé en 6 sections. La section 2 passe en revue une littérature sélective dans les secteurs des télécommunications, de l'électricité et de l'eau et elle en relève les résultats observés. La section 3 présente la méthodologie utilisée avant que les deux sections subséquentes s'attardent sur la source des données et la description des variables ayant servi pour les estimations. La section 6 fait état des statistiques descriptives avant que la section 7 ne mette en lumière les résultats des estimations économétriques.

5.2. Revue de la littérature

Des chercheurs ont entrepris d'étudier les questions relatives au lien entre les composantes (variables) des réformes (c'est-à-dire l'introduction du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation, la concurrence et la mise en place d'une autorité de régulation) et la performance (efficacité et expansion du réseau) des secteurs d'infrastructures tels que les télécommunications, l'électricité et l'eau dans les pays en voie de développement. Leurs modèles s'intéressent au lien qui existerait entre une variable dépendante et une série des variables indépendantes ou de contrôle parmi lesquelles sont incluses les variables des réformes citées ci-dessus (avec ou sans interaction entre elles). Les variables dépendantes comprennent des indicateurs de performance qui touchent aux trois instruments, désignés par la théorie économique de la régulation, disponibles aux opérateurs dans les secteurs d'infrastructures pour augmenter leurs profits, à savoir : la quantité ou l'accès, le prix et la qualité. Elles intègrent, par exemple, des mesures de la productivité, de la télé-densité (nombre des lignes par 100 habitants), du pourcentage de la population desservie.

Quant aux variables de contrôle, elles incluent des facteurs qui affectent la fourniture des services et elles prennent en compte les effets : (i) du revenu comme élément important qui influe sur la demande à travers, par exemple, le produit intérieur brut par habitant, (ii) de la gouvernance au niveau d'un pays sur la performance grâce notamment au "freedom index" ou au risque d'expropriation, (iii) des facteurs des coûts et de la taille du marché à travers des variables telles que le taux d'urbanisation et/ou la densité de la population.

La disponibilité des données oblige les différents auteurs à faire appel aux variables muettes pour représenter les variables des réformes c'est-à-dire la concurrence, la régulation et la privatisation. Adopter un tel choix est, pourtant, une faiblesse car ce type de variable ne permet pas de capter, à juste titre, le poids relatif des différents aspects de ladite variable de réforme. Par exemple, représenter la régulation par une variable muette ne permet pas de cerner les caractéristiques relatives aux degrés d'indépendance et de gouvernance de l'autorité de régulation. Celles-ci comprennent, notamment, son autonomie, sa responsabilisation, son poids dans la fixation des prix et la mise en œuvre des pénalités et sa transparence dans la réalisation de la mission lui confiée.

Néanmoins, la variable muette offre la possibilité de considérer l'implémentation d'une agence de régulation indépendante comme l'expression de l'engagement et de la volonté des Gouvernements de privilégier les considérations économiques de la régulation plutôt que celles politiques (Estache *et al*, 2008). Une solution possible utilisée dans la littérature empirique c'est d'introduire dans le modèle un index de régulation qui tient compte des aspects précisés ci-avant tels que c'est le cas dans Gutierrez (2003) et Gutierrez & Berg (2000).

Une observation identique à la précédente apparaît aussi pour la variable qui capte la privatisation.²⁵La théorie économique suppose que le changement de propriété dans une industrie entraîne un changement dans les incitations de gestion et partant, une amélioration de la performance. Utiliser une variable muette ne laisse pas nécessairement apparaître l'étendue de la privatisation.

Dans la littérature, la variable privatisation a été incluse dans les modèles de diverses manières : soit elle prend la valeur 1 si le pays dispose de quelque participation du secteur privé dans la capacité de génération de l'électricité (Zhang *et al.*, 2002) ou soit elle prend la valeur 1 à partir de l'année durant laquelle le secteur privé a commencé à faire partie de la propriété des actifs, l'investissement en capital, le risque commercial, et/ou l'exploitation et la maintenance dans la distribution de l'électricité (Estache *et al.*, 2008). D'autres auteurs attribuent la valeur 1 si au moins 50% d'actifs ou de parts de l'opérateur du service public concerné appartiennent au secteur privé (Ros, 1999 ; Ros & Barnejee, 2000 ; Gutierrez, 2003. Steiner (2001) crée des indicateurs (allant de 0 à 4) pour la propriété et Hattori & Tsutsui (2003) clarifient davantage l'idée des indicateurs de propriété de Steiner (2001) en définissant des critères pour qu'une entreprise fasse partie de l'un ou l'autre desdits indicateurs. Ce qui donne différents niveaux de propriété définis en suivant différents critères préétablis par ces auteurs.

²⁵ La privatisation est définie comme étant « la vente de la majorité des parts de vote et partant un transfert du contrôle de l'entreprise au secteur privé » (Parker & Kirkpatrick, 2005)

Une dernière critique possible de ces études vient du fait que les résultats de certaines d'entre elles n'ont pas pris en compte le problème d'hétérogénéité étant donné que leur échantillon comprend aussi bien les pays développés que ceux en voie de développement ou bien les pays d'Afrique et les pays d'Amérique Latine (Jasmab *et al.*, 2005). Étant donné la diversité des caractéristiques de ces régions, il serait intéressant de vérifier si les résultats trouvés pour l'ensemble de l'échantillon restent valables lorsqu'on scinde ce dernier selon les différentes sous-régions aux spécificités plus ou moins identiques. Par exemple, il serait bon de voir si les résultats de Ros (1999), Wallsten (2002) tiennent lorsqu'on sépare les pays développés des pays en voie de développement ou Wallsten (2001) les pays africains des pays d'Amérique latine ou Fink *et al.*, (2002) les pays d'Asie de ceux d'Afrique et d'Amérique Latine.

Sur le plan méthodologique, la plupart de ces études utilisent les techniques classiques des données de panel c'est-à-dire le modèle à effets fixes ou le modèle à effets aléatoires ou encore, ils présentent les résultats des deux types des modèles avec ou sans un test d'Hausman²⁶. La plupart des études ne considèrent pas la question de l'endogénéité. En effet, d'une part, les réformes dans un secteur d'infrastructures peuvent influencer sa performance et d'autre part, la performance du secteur peut conduire à la décision de réformer. Les solutions pour traiter la question de l'endogénéité incluent : utiliser les variables instrumentales ou les variables décalées et la modélisation dynamique. Au nombre des auteurs qui s'attaquent à ce problème, Ros (1999, 2003) et Gutierrez (2003) peuvent être cités comme exemples.

²⁶ Le test d'Hausman (1978) est le moyen classique pour tester l'existence de la corrélation entre les effets inobservés et les variables explicatives

Par rapport au secteur de l'eau, les secteurs des télécommunications et de l'électricité sont les plus étudiés notamment parce qu'ils présentent un potentiel d'expansion, de concurrence et de croissance rapide de la production (Parker & Kirkpatrick, 2005). Par exemple, Jasmab *et al.*, (2005) offrent une revue de la littérature dans le secteur de l'électricité. Les éléments suivants peuvent être relevés parmi les résultats des recherches antérieures dans les secteurs des télécommunications, de l'électricité et de l'eau :

- (i) L'effet de la privatisation sur l'augmentation des niveaux de couverture du service dépend du secteur étudié. En effet, la privatisation entraîne l'expansion du réseau dans le secteur des télécommunications (Petrazzini & Clark, 1996 ; Ros (1999, 2003) ; Ros & Barnejee, 2000 ; Fink *et al.*, 2002). Cependant, son effet est non significatif pour le secteur de l'eau (Clark *et al.*, 2004 ; Estache *et al.*, 2008). L'interaction entre les variables privatisation et concurrence ou privatisation et régulation affectent aussi positivement la performance (Ros, 1999 ; Wallsten, 2001).
- (ii) La concurrence est l'élément moteur, de par son impact positif et significatif, sur l'amélioration de la performance (c'est-à-dire l'efficacité, l'expansion ou le développement du réseau et les prix des appels locaux). Ce résultat est observé dans les réseaux des télécommunications (Ros 1999, 2003 ; Ros & Barnejee, 2000 ; Wallsten, 2001 ; Fink *et al.*, 2002 ; Gutierrez, 2003) et de l'électricité (Zhang *et al.*, 2002).
- (iii) la mise en place d'un régulateur indépendant influence positivement tous les aspects de la performance dans les télécommunications (Petrazzini & Clark, 1996 ; Wallsten, 2001 ; Ros, 2003) et l'électricité (Bortolotti *et al.*, 1998 ; Zhang *et al.*, 2002 ; Estache *et al.*, 2008) mais son effet est non

significatif pour le secteur de l'eau (Estache *et al.*, 2008). Plutôt que de représenter la variable qui capte la régulation par une variable muette, Gutierrez & Berg (2000) et Gutierrez (2003) utilisent l'index de régulation, lequel prend en compte (dans sa mesure) le cadre de régulation et la gouvernance de la régulation. Les résultats montrent qu'un cadre et une gouvernance de régulation solides impactent positivement sur la performance (pénétration téléphonique) dans le secteur des télécommunications.

- (iv) l'ordre dans lequel les réformes sont implantées influent sur la performance dans les secteurs des télécommunications et d'électricité. En particulier, établir un régulateur avant la privatisation a un impact positif et significatif sur la performance et l'investissement (Wallsten, 2002 ; Fink *et al.*, 2002 ; Zhang *et al.*, 2004).

5.3. Méthodologie

Dans la littérature, il y a une tendance à utiliser les techniques économétriques, plus précisément les modèles des données de panel classiques (modèles à effets fixes ou modèles à effets aléatoires) pour évaluer le lien qui existerait entre les variables institutionnelles et un indicateur donné de performance. En effet, l'évaluation économétrique est basée sur les modèles issus de la théorie économique. Elle s'emploie à modéliser la relation entre une variable dépendante (qui peut être un indicateur donné de performance telle qu'une mesure de productivité, un output, une donnée sur les prix ou le profit) et un ensemble des variables explicatives qui incluent les variables des réformes (telle que la concurrence, la régulation et la privatisation ou la combinaison de ces variables) et des variables de contrôle (Parker & Kirkpatrick, 2005). Aux rayons des avantages de la méthode économétrique se trouve le fait

qu'elle permet d'identifier une relation de causalité entre la variable dépendante et les variables explicatives. Cependant, l'analyse économétrique exige de disposer des données, à la fois, en qualité et en quantité.

En outre, dans la littérature, il n'y a pas de recommandation particulière sur la forme fonctionnelle à adopter lorsqu'on entreprend d'expliquer un indicateur de performance donné par les variables des réformes. De façon générale, les auteurs estiment soit un modèle de type logarithmique ou un modèle semi-logarithmique. Nous retenons, à l'instar d'Estache *et al.*, (2008), une spécification de type logarithmique. Ce qui donne formellement le modèle ci-après :

$$\ln y_{it} = \beta_k' x_{it} + \delta_j' d_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} ; i = 1, 2, \dots, N ; t = 1, 2, \dots, T \quad (5.1)$$

Où y_{it} est le taux de couverture du service de l'eau pour l'opérateur i en une année t donnée ; $x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})'$ représentent les logarithmes des variables de contrôle ; $\beta_k = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)'$ est le vecteur de K paramètres à estimer qui sont associés aux variables de contrôle x_{it} ; d_{it} capte, selon les modèles, les variables muettes ayant trait aux réformes institutionnelles intervenues dans le secteur telles que définies dans le cadre de cette étude (voir point 5.5.2) ; δ_j est un vecteur des paramètres à estimer qui sont associés aux variables institutionnelles ; α_i est le terme qui saisit les effets non observés spécifiques aux pays et ε_{it} est le terme d'erreur idiosyncratique supposée iid de moyenne et de variance estimées, respectivement, à 0 et σ_ε^2 .

Dans la littérature empirique, une question récurrente est celle de l'endogénéité. Lorsqu'il y a endogénéité, les variables des réformes peuvent affecter la performance d'un secteur tout comme la performance d'un secteur peut entraîner la mise en place

des réformes. Pour tester la présence de l'endogénéité, les auteurs tels que Ros (1999) et Gutierrez (2003) ont mis en œuvre le test d'Hausman (1978) pour juger de l'existence d'une corrélation entre les variables des réformes et le terme d'erreurs. Par contre, Estache *et al.*, (2008) soutiennent que les variables de réformes ne sont pas corrélées avec le terme d'erreurs et ils concluent que les estimations par les Moindres Carrés Généralisés donnent des paramètres estimés consistants pour les variables institutionnelles et de contrôle. A l'instar de Ramamurty (1991), ils justifient ce choix en mettant en exergue l'argument suivant : dans certains pays en voie de développement, les décisions des réformes dans les industries en réseaux étaient, au départ, motivées par les contraintes fiscales sévères et les difficultés d'accès au crédit auxquels ils étaient confrontés plutôt que par la quête (l'amélioration) de la performance.

Nous préférons nous attaquer au problème d'endogénéité en faisant usage des variables instrumentales comme illustrés dans la littérature par les auteurs tels que Ros (1999, 2003), Wallsten (2001) et Gutiérrez (2003). En effet, en considérant que les variables des réformes sont endogènes, il nous faut définir des variables instrumentales. Selon Heckman (1978), dans un cas similaire au nôtre, il est possible de générer des variables instrumentales pour les variables muettes en estimant un modèle linéaire de probabilité simple (modèle logistique) où ces variables muettes sont considérées comme variable expliquée et les variables explicatives comprennent au moins toutes les variables explicatives retenues dans l'équation (5.1). Ainsi, grâce à la régression logistique et en suivant (par exemple) Donald & Sappington (1995), nous modélisons premièrement le choix discret de mettre en place, ou pas, une réforme donnée. Les variables explicatives dans ce modèle logit sont les variables de contrôle, x_{it} , identifiées dans l'équation (5.1) ci-dessus. Ce qui donne formellement :

$$d_{it} = \beta' x_{it} + u_{it} \quad (5.2)$$

$$\text{Prob}(d_{it} = 1) = \text{Prob}(\mu_i > -\beta' x_{it}) = 1 - F(-\beta' x_{it})$$

Où d_{it} représentent les variables institutionnelles respectives. Celles-ci prennent la valeur 1 si la réforme donnée existe et 0, sinon.

$$\hat{p} = 1 - F(-\beta' x_{it}) = \frac{e^{\hat{\beta}' x_{it}}}{1 + e^{\hat{\beta}' x_{it}}} \quad (5.3)$$

L'équation (5.3) donne l'expression des probabilités prédites estimées grâce au modèle logistique. Ces probabilités sont alors mises en interaction avec les variables muettes des réformes originales. Les variables résultantes sont utilisées, selon les modèles, comme variables instrumentales dans l'application de la procédure en Double Moindres Carrés pour produire des estimateurs efficaces et consistants de l'équation (5.4) ci-dessous.

$$\ln y_{it} = \beta' x_{it} + \delta'(\hat{p})' d_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.4.)$$

Pour tester que les variables institutionnelles sont endogènes, nous recourons au test d'Hausman (1978) comme le suggère Wooldridge (2002). Ce test évalue la différence entre les estimateurs par les Moindres Carrés Ordinaires et les estimateurs par Double Moindres Carrés pour relever s'il existe une différence statistiquement significative entre les deux (2). Si cette différence est statistiquement significative, l'endogénéité est détectée et c'est l'estimateur par les variables instrumentales qui est convergent. Dans le cas contraire, il y a convergence entre, respectivement, les estimations par les Moindres Carrés Ordinaires (modèle à effets fixes sans variables instrumentales) et

celles produites pour le modèle à effets fixes avec variables instrumentales. Dans ce cas, c'est l'estimateur par les Moindres Carrés Ordinaires qui est retenu.

5.4. Source des données

Notre échantillon pour cette analyse est tiré de la base des données constituée lors de la première phase du projet de l'AICD. Celui-ci a été mis en place par la Banque Mondiale sous l'égide d'un comité de pilotage constitué des organismes suivants : l'Union Africaine, le Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD), les Communautés Régionales Africaines, la Banque Africaine de Développement, "Development Bank of Southern Africa" et les principaux donateurs en infrastructures.

De la base des données originale, nous avons exclu les entreprises dont toute l'information sur une variable pertinente, au regard de la spécification de nos modèles, était indisponible. Il en a résulté un échantillon qui est un panel des données non balancées de 98 observations qui couvrent un ensemble de 24 compagnies de distribution d'eau pour la période 2000 à 2005. Ces entreprises sont issues de 18 pays sur les 24 concernés par la première phase du projet AICD (soit 75 % des pays dont les opérateurs ont répondu au questionnaire de collecte des données). Ces pays sont : Afrique du Sud, Benin, Burkina Faso, Cape Vert, Côte d'Ivoire, Ethiopie, Kenya, Madagascar, Malawi, Mozambique, Namibie, Niger, Nigeria, Rwanda, Sénégal, Tanzanie, Ouganda et Zambie.

Cet échantillon est le plus large possible au regard des informations disponibles. Il est composé des données sur les compagnies de distribution de l'eau qui ont connu une réforme donnée ou une combinaison des réformes qui touchent à la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service et la fonction de régulation.

Il comprend également des entreprises qui appartiennent aux pays qui n'ont pas mis en place ces deux types de réformes.

5.5. Description des variables

Sélectionner les variables à inclure dans un modèle est un exercice d'une importance capitale pour une évaluation économétrique consistante et pertinente. Notre choix a été influencé par les études empiriques antérieures dans le même secteur ou dans les autres secteurs d'infrastructures rapportées dans la revue de la littérature et par la disponibilité des données.

5.5.1. La variable dépendante

La variable dépendante est le taux de couverture du service de l'eau dans le périmètre desservi par l'opérateur qui exploite le service. Il est égal au quotient de la population desservie par la population résidant dans la zone desservie, exprimée en pourcentage. Cette variable a l'avantage de ne tenir compte que de la proportion des personnes sous la desserte effective de l'opérateur officiel dans la ville, la région ou le pays. Celui-ci assure l'approvisionnement en eau au moyen soit des connexions privées soit des bornes fontaines soit encore des revendeurs agréés ou non.

Nous préférons cette définition de la variable dépendante au pourcentage de la population ayant accès à l'eau de qualité tel que publié par « Joint Monitoring Program » car celui-ci intègre, en plus des moyens de desserte en eau dans les milieux urbains repris ci-dessus, les puits (un moyen non exploité par l'opérateur principal reconnu).

5.5.2. *Les variables de contrôle et institutionnelles*

Nous définissons trois (3) modèles. Ils diffèrent de par les variables institutionnelles incluses dans chacun d'eux mais ils partagent les mêmes variables de contrôle. Ces dernières sont reprises ci-dessous, les signes attendus (pour chacune d'elles) sont repris entre parenthèses.

- Le produit intérieur brut *per capita*, notée *PIB* (+) : son information provient de "World Development Indicators, 2012". C'est la variable qui capte les différences dans l'environnement socio-économique du pays dans lequel s'opère l'activité d'exploitation du service de l'eau. C'est la variable revenu, un facteur important qui affecte la quantité demandée du service de l'eau et la capacité d'un pays à opérer un transfert à l'opérateur public pour sa viabilité financière. Il est exprimé en tenant compte du taux de parité de pouvoir d'achat. Un effet positif sur les taux de couverture du service est attendu de cette variable.

Outre le produit intérieur brut, il y a deux variables physiques et facteurs des coûts :

- la part en % des connexions résidentielles dans l'ensemble des connexions, notée *PCOR*, (-). Un pourcentage élevé des clients non-résidentiels peut être favorable à l'augmentation des taux de couverture du service parce que ceux-ci consomment de grandes quantités d'eau et leur eau n'exigent pas le même niveau de traitement que celle des consommateurs résidentiels. De plus, ils payent plus cher leur consommation et disposent, en théorie d'une capacité à payer plus élevée que les clients résidentiels. Ce qui peut permettre aux entreprises d'enregistrer des revenus supplémentaires et d'améliorer leur viabilité financière en vue des investissements qui contribuent à l'expansion

des taux de couverture du service. Notre attente est telle qu'un pourcentage élevé des clients résidentiels influera négativement le développement des taux de couverture du service.

- La densité de la population desservie, notée *DENS*, (+) : calculée par le quotient de la population desservie par kilomètre des canalisations de distribution d'eau. En effet, l'une des possibilités pour combler la demande de l'eau, en Afrique Subsaharienne, c'est d'augmenter le nombre des clients par kilomètre de canalisations de distribution d'eau (Mbuvi *et al.*, 2012). Plus la densité de la population desservie est grande, plus faible sera le coût pour étendre le réseau, et plus des personnes seront desservies (c'est-à-dire augmentation des taux de couverture du service).

En plus de ces variables de contrôle, chaque modèle intègre des variables institutionnelles comme suit.

Les modèles 1 et 2 comprennent une variable qui saisit la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service sous forme soit d'un contrat de gestion soit d'un contrat de délégation (affermage ou concession). Cette approche, dictée par la disponibilité des données, est limitée étant donné qu'elle ne tient pas compte des différences d'incitations qui existent entre les différents types de contrats et qui par, conséquent, influent sur la performance. L'interprétation des résultats devrait se faire en gardant cette remarque à l'esprit. Ainsi, cette variable de la propriété est définie de la manière suivante :

PRIV (+) : C'est une variable muette qui prend la valeur 1 s'il y a participation d'un opérateur privé donné, *i*, dans la gestion ou l'exploitation du service de l'eau en une année donnée, *t*, et 0 sinon. Nous nous attendons à ce que la participation du secteur

privé à la gestion ou à l'exploitation conduite à des taux de couverture du service élevés étant donné que le secteur public, responsable des infrastructures dans la plupart des cas, devrait avoir accès aux financements nécessaires pour permettre l'investissement (Hypothèse *Ib*).

Les modèles 1 et 2 diffèrent au niveau de la définition de la variable institutionnelle relative à la régulation. Les entreprises de distribution d'eau concernées par cette étude sont supervisées (hormis l'autorégulation retrouvée en Afrique du Sud, Benin, Madagascar, Malawi, Namibie, Nigeria) par deux types d'institutions de régulation. Une agence de régulation sectorielle (Kenya, Mozambique, Zambie) ou multisectorielle (Cape Vert, Niger, Tanzanie, Rwanda) sert d'organe de contrôle des entreprises de distribution d'eau appartenant aux pays signalés. Quant aux autres pays (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ethiopie, Ouganda, Sénégal), la fonction de régulation est organisée sous forme d'un contrat de performance supervisé soit par un département au sein d'un ministère soit par la société de patrimoine.

L'idéal aurait été de disposer d'une variable institutionnelle qui saisisse la régulation qui tienne compte des différents éléments de la gouvernance de la régulation en termes, par exemple, des degrés : (i) de séparation entre les activités d'exploitation du service et celles du régulateur, (ii) de liberté de l'autorité de régulation par rapport aux interférences politiques, (iii) de responsabilisation et de transparence dans les décisions. Nous ne disposons, malheureusement, pas des informations qui permettent d'intégrer ces différentes dimensions. L'interprétation des résultats devrait se faire en tenant compte de cette remarque.

Ainsi, dans le modèle 1, la régulation est saisie par la variable *ARI* (+) : C'est une variable muette qui prend la valeur 1 si la fonction de régulation est confiée à une agence de régulation autonome *i* en une année *t* donnée et 0 sinon.

Dans le modèle 2, la variable qui capte la régulation c'est *CPERF* (+) : c'est une variable muette qui prend la valeur 1 s'il existe une régulation par contrat de performance destinée à contrôler une entreprise *i* en une année donnée *t* et 0 sinon.

Nous nous attendons à ce que la mise en place d'une agence de régulation (variable *ARI*), et de la régulation par contrat de performance (variable *CPERF*), conduise à des taux de couverture du service plus élevés étant donné qu'ils augmentent la crédibilité du secteur et limite le risque d'un comportement opportuniste de la part du Gouvernement et partant, elle rassure les investissements (Hypothèses 2b et 3b).

Dans le modèle 3, nous définissons les variables institutionnelles comme suit.

REGPRIV (+) : c'est une variable muette qui prend la valeur 1 si une entreprise de distribution de l'eau, *i*, a connu une participation du secteur privé dans sa gestion ou son exploitation en une année, *t*, donnée et si elle est (en même temps) régulée soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance et 0 si elle appartient à la catégorie « Autre ».

REGPUB (+) qui est une variable muette qui prend la valeur 1 si une entreprise de distribution de l'eau, *i*, donnée est sous gestion publique en une année donnée, *t*, et si elle est (en même temps) régulée soit par une agence de régulation ou par un contrat de performance et 0 si elle appartient au groupe « Autre ».

Etant donné les éléments justificatifs possibles de l'effet des variables liées à la participation du secteur privé (variable *PRIV*) et à la régulation (*ARI* et *CPERF*) tels que présentés ci-dessus, nous attendons à ce que les entreprises qui appartiennent aux catégories « Régulation – Privé » et « Régulation – Publique » puissent afficher des taux de couverture du service plus élevés que les entreprises constitutives du groupe « Autre » (Hypothèses 4b et 5b). D'autre part, notre attente est telle que les entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé » puissent présenter des taux de couverture du service supérieurs à ceux de la catégorie « Régulation – Publique » (Hypothèses 6b).

5.6. Statistiques descriptives

Le tableau 5.2 reprend les statistiques descriptives pour les variables incluses dans les différents modèles. Parmi les opérateurs observés, les moyennes estimées des variables sont comme suit : 44% pour le taux de couverture du service, 1702\$ (exprimé en taux de parité du pouvoir d'achat) pour le produit intérieur brut par habitant, 434 personnes par kilomètre de canalisation de distribution de l'eau pour la densité de la population desservie et 93% pour la proportion des connexions résidentielles.

C'est le Mozambique qui est le pays le plus pauvre (*PIB* par habitant de 533\$ PPA) et l'Afrique du Sud, le plus riche (*PIB* par habitant de 8597\$ PPA). Tanzanie (Mwsa) est l'opérateur qui dessert le moins de personnes par kilomètre des canalisations de distribution d'eau (66 personnes par km) et Mozambique (Beira), celui dont la densité de la population desservie est la plus élevée (1370 personnes par km).

Tableau 5.2. Statistiques descriptives des variables dépendante et indépendantes (N=98)

		Unités	Moyenne	Ecart- Type	Minimum	Maximum
Variable dépendante						
Taux de couverture du service de l'eau	TAUX	%	43,860	30,820	3,96	100,0
Variables indépendantes						
PIB par habitant	PIB	\$PPA	1702,000	1970,000	533,00	8597,0
Densité de la population	DENS	Personnes par km	433,500	310,000	66,00	1370,0
Proportion des connexions résidentielles	PCOR	%	92,500	4,550	71,33	98,8
Agence de régulation	ARI	Muette	0,367	0,485	0	1
Contrat de performance	CPERF	Muette	0,224	0,419	0	1
Participation du secteur privé	PRIV	Muette	0,500	0,503	0	1
Régulation -Privé	REGPRIV	Muette	0,449	0,500	0	1
Régulation Publique	REGPUB	Muette	0,163	0,372	0	1

Le tableau 5.3 reprend les moyennes des variables observées (et qui interviennent dans les modèles) pour chaque entreprise de l'échantillon.

Tableau 5.3. Moyennes des variables par compagnies

Pays	Compagnies	Observations	TAUX	PIB	DENS	PCOR	REGPRIV	REGPUB
Afrique du Sud	Drakenstein	5	88,70	7669	306	93,3	0,00	0,00
Afrique du Sud	Ethekwini	2	92,80	8296	247	90,7	0,00	0,00
Bénin	Soneb	2	49,64	1351	345	90,7	0,00	1,00
Burkina Faso	Onea	6	31,70	871	286	96,9	0,83	0,00
Cap Vert	Electra	6	40,50	2254	273	92,7	0,50	0,00
Côte d'Ivoire	Sodeci	3	95,30	1592	686	97,5	1,00	0,00
Ethiopie	Adama	2	96,00	1305	940	90,7	0,00	1,00
Kenya	Nwasco	2	78,70	600	1118	90,7	0,00	1,00
Madagascar	Jirama	6	16,90	809	282	95,9	0,00	0,00
Malawi	Bwb	3	47,30	621	371	92,1	0,00	0,00
Malawi	Lwb	3	58,20	621	354	90,0	0,00	0,00
Mozambique	Beira	4	10,90	594	1208	92,5	1,00	0,00
Mozambique	Nampula	4	7,80	594	438	90,3	1,00	0,00
Mozambique	Pemba	4	15,00	594	467	91,0	1,00	0,00
Mozambique	Quelimane	4	4,65	594	240	87,5	1,00	0,00
Namibie	Walvis Bay	6	100,00	4475	165	91,7	0,00	0,00
Niger	Seen	5	35,40	582	336	92,4	0,60	0,00
Nigeria	Borno	4	19,50	1370	1200	97,5	0,00	0,00
Nigeria	Kaduna	2	49,50	1699	717	95,4	0,00	0,00
Ouganda	Nwsc	6	62,40	790	626	83,6	0,83	0,17
Rwanda	Electrogaz	6	18,90	700	156	98,8	0,50	0,33
Sénégal	Sde	6	62,20	1486	425	95,3	1,00	0,00
Tanzanie	Mwsa	3	4,35	993	68	79,4	0,00	1,00
Zambie	Lwsc	4	25,50	1064	156	93,6	0,00	1,00

Note : TAUX, PIB, DENS, PCOR, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, le taux de couverture du service, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis aux points 5.5.1 et 5.5.2.

Le tableau 5.4 illustre l'évolution des taux moyens de couverture du service entre 2000 et 2005 en scindant cette période en deux sous-périodes dont la première s'étend de 2000 à 2002 et la deuxième de 2003 à 2005. L'observation qui ressort de ce tableau c'est que les taux moyens de couverture du service ont augmenté entre les deux sous-périodes de 4 points de pourcentage. Cette évolution positive pourrait potentiellement être une conséquence des réformes intervenues dans le secteur.

Tableau 5.4. Evolution des taux de couverture du service entre 2000 et 2005

Périodes	Nombre d'observations	Moyenne	Ecart-type
2000-2002	34	41,20	30,03
2003-2005	64	45,27	31,37

Dans le tableau 5.5, nous avons calculé les moyennes pour les différents groupes d'entreprises selon la typologie qui est reprise dans le tableau 5.1. Les entreprises sous gestion publique disposent des taux moyens de couverture 1,45 fois plus élevés que celles qui ont connu la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service durant la période.

Comparés aux entreprises régulées par une agence de régulation, les taux de couverture du service sont près de 3 fois plus élevés pour les entreprises appartenant aux pays qui ont choisi la régulation par contrat de performance comme institution de régulation. La combinaison « Régulation – Publique » affiche un taux moyen de couverture du service légèrement supérieur aux entreprises qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Privé ». Toutefois, il convient de signaler que ce sont les entreprises qui n'appartiennent à aucune de ces deux groupes précités dont le pourcentage de la population desservie par rapport à la population résidant dans le périmètre exploité est plus important.

Tableau 5.5. Taux de couverture du service par variables institutionnelles

	Nombre d'observations	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Comparaison entre sous gestion publique contre entreprises avec participation du secteur privé					
Participation du secteur privé	49	35,85	25,25	4,21	98,61
Publique	49	51,86	33,92	3,96	100,00
Comparaison selon les types d'institution de régulation					
Agence de régulation indépendante	36	22,42	22,19	3,95	96,00
Contrat de performance	22	61,72	19,95	31,72	98,61
Comparaison selon la typologie Régulation-Privé contre Régulation-Publique					
Régulation - Participation du privé	44	36,13	26,64	4,21	98,61
Régulation – Publique	16	42,18	32,71	3,96	96,00
Autres	38	53,51	36,61	14,86	100,00

5.7. Résultats des estimations économétriques

Le tableau 5.6 est un relevé des coefficients des corrélations entre les différentes variables. Selon les modèles, aucune forte corrélation n'est détectée entre les variables institutionnelles qui puissent faire craindre l'existence d'une possible multicolinéarité entre ces variables explicatives.

Nous avons réalisé le test d'Hausman pour déterminer s'il fallait choisir un modèle à effets aléatoires ou un modèle à effets fixes pour les estimations de nos modèles. L'hypothèse nulle d'un modèle à effets aléatoires est rejetée pour les trois modèles retenus dans cette étude. Par conséquent, nous allons utiliser le modèle à effets fixes dans nos estimations. Les résultats de ce test d'Hausman sont présentés dans le tableau 5.7.

Tableau 5.6. Coefficients de corrélation entre variable dépendante, facteurs exogènes et variables institutionnelles

	TAUX	PIB	DENS	PCOR	ARI	CPERF	PRIV	REGPRIV	REGPUB
TAUX	1,000								
PIB	0,640***	1,000							
DENS	0,023	-0,20**	1,000						
PCOR	-0,001	0,036	0,056	1,000					
ARI	-0,53***	-0,32***	-0,045	-0,176	1,000				
CPERF	0,314***	-0,17***	0,200***	-0,008	-0,41***	1,000			
PRIV	-0,261	-0,35***	0,080	-0,014	0,296	0,391	1,000		
REGPRIV	-0,228	-0,335	0,140	-0,005	0,376***	0,449***	0,903***	1,000	
REGPUB	-0,024	-0,159	-0,038	-0,252	0,293***	-0,039	0,442***	-0,398	1,000

Note : TAUX, PIB, DENS, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, le taux de couverture du service, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis aux points 5.5.1 et 5.5.2. ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%.

Nous avons aussi effectué le test d'Hausman pour vérifier l'existence ou pas de l'endogénéité des variables institutionnelles. La présence de l'endogénéité est reconnue pour les modèles 2 et 3 et non pas pour le modèle 1. Par conséquent, nous présentons dans le tableau 5.7 les résultats des estimations en supposant que toutes les variables sont exogènes (c'est-à-dire pas d'endogénéité). Dans le tableau 5.8 nous rapportons les résultats des estimations qui prennent en compte l'endogénéité des variables institutionnelles et qui résolvent l'équation (5.4) pour chaque modèle retenu. Etant donné ce qui précède, l'interprétation des paramètres estimés se fera : (i) pour le modèle 1, selon les résultats des estimations repris dans le tableau 5.7 et (ii) pour les modèles 2 et 3 au moyen des résultats des estimations repris dans le tableau 5.8.

Lors des estimations, les variables qui sont sous forme logarithmique sont pris en déviation par rapport à leurs moyennes respectives. Les tests de Wald présentés dans le tableau 5.8 font remarquer que les variables incluses dans les modèles, prises ensemble, ont un effet statistiquement significatif sur la performance.

Les résultats relatifs aux variables de contrôle vont dans le même sens, quel que soit le modèle pris en compte. En effet, l'effet de la variable *PIB* qui capte le produit intérieur brut par habitant est positif mais non significatif quel que soit le modèle. Quant à l'effet de la variable *PCOR*, il dispose du signe négatif attendu mais il est non significatif. L'effet de la variable *DENS* sur les taux de couverture est positif et significatif pour les trois modèles. Une augmentation de la densité de la population desservie de 1% entraîne une augmentation des taux de couverture, respectivement, de 0,459% (modèle 1), 0,553% (modèle 2) et 0,372% (modèle 3). Ce qui suggère que, plus les clients (population desservie) sont densément localisés sur le périmètre exploité par un opérateur, mieux c'est pour l'augmentation des taux de couverture du service de l'eau.

Tableau 5.7. Paramètres d'estimation du modèle à effets fixes (Toutes les variables explicatives sont exogènes)

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value
Ln PIB	0,126	(0,644)	0,090	(0,689)	0,064	(0,770)
Ln DENS	0,459	(0,099)*	0,555	(0,037)**	0,423	(0,113)
Ln PCOR	-0,235	(0,790)	-0,274	(0,762)	-0,239	(0,781)
ARI	0,072	(0,240)				
CPERF			0,396	(0,000)***		
REGPRIV					0,117	(0,095)*
REGPUB					0,203	(0,064)*
PRIV	-0,028	(0,789)	-0,127	(0,029)**		
Intercept	-0,013	(0,800)	-0,026	(0,179)	-0,086	(0,069)*
R-carré (within)	0,416		0,552		0,503	
Test d'Hausman	19,82	(0,001)***	45,56	(0,000)***	17,81	(0,003)***
Nombre d'observations	98		98		98	

Note : ln = logarithme népérien ; p-value entre parenthèses : ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%. PIB, DENS, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis au point 5.5.2. Le test d'Hausman concerne le modèle à effets aléatoires contre le modèle à effets fixes.

Au regard des modèles 1 et 2 et contrairement aux attentes (hypothèse 1b), l'effet de la variable *PRIV* sur les taux de couverture du service est négatif. Il est significatif dans le modèle 2 suggérant, dans ce cas, que les taux de couverture du service des entreprises avec participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation sont, en moyenne, 9,5% plus faibles que ceux des entreprises publiques. Quant à l'effet de la variable qui capte la régulation par agence (c'est-à-dire *ARI*), il est positif (signe attendu selon l'hypothèse 2b) mais non significatif (modèle 1 tableau 5.7). Par contre, l'effet de la régulation par contrat de performance sur les taux de couverture du service est positif et significatif (modèle 2). Ce résultat signifie que les entreprises qui sont supervisées par un contrat de performance affichent des taux de couverture du

service 23% plus élevés que celles qui n'utilisent pas cette possibilité institutionnelle. L'hypothèse 3b est vérifiée avec consistance.

Tableau 5.8. Paramètres d'estimation du modèle à effets fixes (Toutes les variables explicatives sont endogènes : Double Moindres carrés)

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value
Ln PIB	0,123	(0,308)	0,113	(0,296)	0,023	(0,843)
Ln DENS	0,401	(0,001)***	0,553	(0,000)***	0,372	(0,002)***
Ln PCOR	-0,259	(0,594)	-0,250	(0,565)	-0,256	(0,581)
ARI	0,125	(0,018)**				
CPERF			0,230	(0,017)**		
REGPRIV					0,181	(0,000)***
REGPUB					0,342	(0,000)***
PRIV	-0,041	(0,335)	-0,095	(0,034)**		
Intercept	-0,026	(0,378)	-0,004	(0,858)	-0,137	(0,000)***
R-carré (within)	0,404		0,523		0,455	
Test d'Hausman	6,64	(0,249)	11,20	(0,048)**	16,35	(0,006)***
Wald	51,66	(0,000)***	63,33	(0,000)***	78,73	(0,000)***
Nombre d'observations	98		98		98	

Note : ln = logarithme népérien ; p-value entre parenthèses : ***, **, * Niveaux de significativité respectifs à 1%, 5% et 10%. PIB, DENS, PCOR, ARI, CPERF, PRIV, REGPRIV et REGPUB sont, respectivement, les facteurs exogènes et les variables institutionnelles tels que définis au point 5.5.2. Le test d'Hausman concerne le test d'endogénéité.

Les variables *REGPRIV* et *REGPUB* affichent un effet positif et significatif dans le modèle 3. En particulier, les estimations suggèrent que les entreprises de distribution d'eau appartenant au groupe « Régulation - Privé » ont des taux de couverture d'eau 18,1% plus élevés que celles qui sont incluses dans le groupe « Autre ». De même, les entreprises de distribution d'eau qui composent la catégorie « Régulation - Publique » présentent des taux de couverture du service 34,2% plus élevés que ceux qui sont comprises dans la catégorie « Autre ». Ces résultats vérifient les hypothèses 4b et 5b. Enfin, nous pouvons estimer la

différence entre les taux de couverture du service pour les entreprises de distribution d'eau incluses dans les catégories « Régulation – Publique » et « Régulation - Privé », respectivement. Celle-ci est évaluée à $0,342 - 0,181 = 0,161$ (c'est-à-dire la différence de leurs coefficients estimés voir tableau 5.8). Ce dernier résultat signifie que, contrairement à l'hypothèse 6b, les entreprises qui sont dans la catégorie « Régulation – Publique » affichent des taux de couverture qui sont 16,1 % supérieurs à ceux des entreprises faisant partie de la catégorie « Régulation - Privé ». Les bonnes performances relatives des entreprises publiques et de celles qui sont supervisées par contrat de performance montrent que les pratiques commerciales et les incitations incluses dans les contrats de performance ont permis l'amélioration de la viabilité financière de ces entreprises et partant, leur éligibilité pour des financements qui améliorent les taux de couverture du service.

5.8. Conclusion

Nous avons évalué dans ce chapitre les effets des variables institutionnelles sur les taux de couverture du service dans le secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne. Notre analyse économétrique tient aussi compte de la possible endogénéité des variables institutionnelles et elle utilise, pour ce faire, le cadre proposé par Heckman (1978) pour générer les variables instrumentales qui sont intégrées dans les régressions en Double Moindres Carrés.

Les résultats indiquent l'existence d'un effet négatif et significatif entre la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation de la distribution de l'eau et les taux de couverture du service. Réguler par contrat de performance conduit à des taux de couverture du service plus élevés. Quant à l'effet de la régulation par agence, elle est positive mais non significative. Les entreprises de la catégorie

« Régulation – Privé » et « Régulation – Publique » ont des taux de couverture du service plus élevés que celles de la catégorie « Autre ». Enfin, les entreprises publiques régulées par agence de régulation ou par contrat de performance affichent des taux de couverture du service plus élevés que les entreprises avec participation du secteur privé régulées par une agence de régulation ou par contrat de performance.

Chapitre 6. Conclusion générale

6.1. Principaux résultats

Cette thèse est une contribution à l'évaluation empirique de l'impact des variables institutionnelles sur la performance dans le secteur de la distribution de l'eau en Afrique Subsaharienne. Elle complète les études qui ont précédemment examiné l'efficacité technique, l'effectivité et leurs déterminants dans le secteur de l'eau dans les pays en voie de développement, en général, et en Afrique, en particulier. Elle s'appuie sur des informations tirées de la base de données de "Africa Infrastructure Country Diagnostic, AICD" pour un ensemble de 33 compagnies de distribution de l'eau en milieux urbains issues de 19 pays et pour la période 2000 à 2005. Si la période étudiée est la même dans tout ce travail, la taille des échantillons d'entreprises dans chaque chapitre est dictée par les spécifications des modèles retenus et la disponibilité des informations pertinentes pour les variables qui y sont inclus.

Cette thèse s'intéresse à deux aspects de l'organisation institutionnelle dans le secteur de la distribution de l'eau, à savoir : la gestion et l'exploitation du service et la régulation. Plutôt que de se limiter à une catégorisation binaire des entreprises (c'est-à-dire gestion publique contre participation du secteur privé ou entreprises régulées contre entreprises non régulées), elle identifie une typologie qui combine la gestion (exploitation), publique ou privée, avec une institution de régulation donnée. Les détails sont fournis dans le chapitre 2, lequel pose également le fondement théorique qui justifie l'arbitrage entre produire le service de l'eau en interne (gestion directe) ou le déléguer à un opérateur privé après une procédure d'appels d'offres. Cette base

théorique s'appuie sur l'allocation des droits résiduels de contrôle lorsque les contrats sont incomplets (Hart *et al.*, 1997) et sur la théorie des gouvernements d'entreprises notamment les mécanismes d'incitation et de contrôle (Charreaux, 1997 ; Shleifer & Vishny, 1997). Enfin, la mise en place d'une institution de régulation, qui marie crédibilité et flexibilité, est une nécessité qui limite le risque d'un comportement opportuniste de la part du Gouvernement, rassure l'investissement et améliore l'efficacité. Cet argument est établi par la "*Transaction Cost Regulation*" (Spiller, 2008 ; 2011).

Le chapitre 3 est une évaluation empirique de l'efficacité technique et du coût implicite des pertes d'eau sur le réseau pour un échantillon de 27 entreprises de distribution d'eau entre 2000 et 2005. La spécification translog du modèle comprend le volume d'eau distribué comme seul output et trois inputs dont deux traditionnels (le capital et le travail) et un "*bad input*" de qualité c'est-à-dire le volume d'eau perdue. Les estimations s'appuient sur la méthode paramétrique, "*Stochastic Frontier Analysis (SFA)*", et plus précisément, le modèle de Battese & Coelli (1995). Le chapitre 4 évalue aussi l'efficacité technique et ses déterminants mais pour un échantillon de 21 compagnies de distribution d'eau. Il fait appel à la méthode non-paramétrique, "*Data Envelopment Analysis – Variable Returns to Scale (DEA-VRS)*" pour estimer la frontière de production. Il prend en compte une spécification du modèle qui inclut deux outputs (le volume d'eau distribué et la population desservie) et les inputs sont identiques à ceux du chapitre 3. Le modèle de régression tronquée sert de technique pour identifier les déterminants potentiels de cette efficacité technique.

L'examen des résultats de comparaison relative des entreprises, par ces deux méthodes, laissent entrevoir que l'efficacité technique dans le secteur peut être améliorée. En effet, les compagnies peuvent augmenter les niveaux des leurs outputs (volume d'eau distribué et population desservie) avec les ressources à leur disposition. Les coefficients de corrélation entre les scores d'efficacité technique par la SFA (modèles 1, 2 et 3 dans le chapitre 3) et par la DEA-VRS (voir chapitre 4) sont positifs (respectivement 0,244 ; 0,256 ; 0,264) mais non significatifs. Ce faible lien s'explique du fait que les deux échantillons sont différents et que les scores d'efficacité techniques sont des mesures relatives pour un échantillon donné.

L'exploration des facteurs qui pourraient expliquer les différences des scores d'efficacité technique fait observer que, en phase avec nos attentes, la régulation par contrat de performance est un facteur qui améliore de façon significative l'efficacité productive. La variable qui saisit l'agence de régulation présente un effet négatif sur l'efficacité technique, il est significatif dans l'estimation par la méthode SFA. Par conséquent, nos résultats suggèrent que superviser les entreprises par contrat de performance conduirait à une meilleure efficacité productive que réguler par agence. Quant à la variable relative à la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation du service, les signes de son paramètre estimé révèle qu'il dispose d'un effet positif sur l'efficacité productive, mais significatif uniquement dans le modèle 1 (estimation par la SFA). Toutefois, un examen approfondi des scores d'efficacité et des classements des entreprises sur base de ces scores fait apparaître que plusieurs entreprises sous gestion publique sont parmi les mieux classées du secteur.

Enfin, les variables qui saisissent les catégories « Régulation – Privé » et « Régulation – Publique » possèdent des effets positifs mais non significatifs sur l'efficacité technique. Toutefois, aucune conclusion précise ne peut être établie sur la

supériorité des entreprises de la catégorie « Régulation – Privé » et celles qui appartiennent à la catégorie « Régulation – Publique ».

En outre, dans le chapitre 3, nous avons à nouveau estimé la frontière de production en utilisant l'approche "Parametric Linear Programming, PLP" qui permet d'imposer les propriétés de monotonie de la fonction de production en tout point des données. Cette approche nous a permis d'approfondir l'étude des élasticités partielles de production, des élasticités d'échelle et de dériver le coût marginal implicite des pertes d'eau sur le réseau. Les résultats montrent que, de façon globale, les entreprises évoluent dans la zone des rendements d'échelle décroissants. Quant au coût marginal implicite des pertes d'eau sur le réseau, il est estimé, en moyenne, à 4 unités du personnel par an pour 100.000m³ d'eau perdue. Ce coût marginal varie avec les niveaux de fiabilité du réseau c'est-à-dire plus faible est le pourcentage des pertes d'eau sur le réseau, plus élevé est ce coût marginal.

Au-delà de l'analyse de l'efficacité technique relative des entreprises du secteur, le chapitre 4 étend le travail de Mbuvi *et al.*, (2012) en considérant l'effet des modes d'organisation sur l'effectivité grâce à des données de panel, bien que la période de temps étudiée soit moins étendue. Nous procédons en 4 étapes avec pour objectif de comparer les entreprises en termes d'effectivité, relever les améliorations éventuelles dans l'utilisation des ressources afin d'atteindre 100% d'effectivité et identifier les déterminants de cette mesure de performance. Les résultats suggèrent, qu' en vue d'atteindre 100% d'effectivité, il existe un besoin en ressources additionnelles pour les entreprises de l'échantillon. Ce qui traduit le fait qu'elles sont aux prises avec un problème d'ineffectivité plus accru que celui d'inefficacité technique, la valeur moyenne du "Potential Input Capacity, PIC" étant inférieure à l'unité.

L'analyse de l'impact des variables institutionnelles sur les scores d'effectivité révèlent ce qui suit. Contrairement aux attentes, les effets des variables relatives à la participation du secteur privé dans la gestion ou exploitation et de la régulation par agence sur l'effectivité sont négatifs et significatifs. Par contre, réguler par contrat de performance conduit à des scores d'effectivité plus élevés. La combinaison de la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation avec régulation par agence ou par contrat de performance affiche un effet marginal négatif et non significatif. Par contre, la combinaison des entreprises publiques avec régulation par agence ou par contrat de performance dispose d'un effet marginal positif mais non significatif.

Le dernier chapitre empirique de cette thèse porte sur l'évaluation de l'impact des variables institutionnelles sur l'expansion des taux de couverture du service. Il s'appuie sur les méthodes économétriques classiques des données de panel, plus précisément, le modèle à effets fixes. Il s'attaque à la question de l'endogénéité en utilisant le cadre proposé par Heckman (1978) et mis en œuvre par plusieurs auteurs, notamment Ros (1999) et Gutierrez (2003).

Les résultats des estimations dans ce chapitre peuvent être résumés de la manière que voici. L'effet de la variable qui capte la participation du secteur privé dans la gestion ou l'exploitation sur les taux de couverture du service est négatif mais significatif uniquement dans le modèle 2. Quant à l'effet de la variable qui saisit la régulation par agence, il est positif mais non significatif. Par contre, réguler par contrat de performance est associé à un effet positif et significatif sur les taux de couverture du service. Les combinaisons "Participation du secteur privé avec régulation par agence ou par contrat de

performance” et “Gestion publique avec régulation par agence ou par contrat de performance” conduisent, respectivement, à des taux de couverture du service plus élevés que pour les entreprises du groupe « Autre ». Enfin, la combinaison “Gestion publique avec régulation par agence ou par contrat de performance” présentent des taux de couverture du service supérieurs à la combinaison “Participation du secteur privé avec régulation par agence ou par contrat de performance”.

Les résultats des régressions dans les chapitre 4 et 5 sont, globalement (ou à quelque chose près), similaires lorsque nous tenons compte des signes des paramètres estimés. Cependant, les deux approches diffèrent. En effet, les modèles à effets fixes sont estimés par Moindres Carrés Ordinaires (MCO) appliqués sur les variables qui ont subi la transformation “within”. Celle-ci fait disparaître les effets non observés, α_i , de l'équation 5.1 (voir Wooldridge, 2002 pour les détails sur cette transformation). En suivant Estache & Rossi (2005), cette estimation par MCO est réalisée en supposant que “*toutes les entreprises d'une catégorie de propriété donnée et sous un même type de régulation sont efficaces de façon équivalente*”²⁷. Par contre, le modèle BoD grâce auquel les scores d'effectivité sont mesurés au chapitre 4 se fonde sur la logique de la DEA, laquelle est une méthode de frontière de production non-paramétrique, qui explique toute déviation de la frontière de production par l'inefficacité.

²⁷ Traduction approximative de “The OLS model is based on the assumption that all firms in a particular ownership group and under the same type of regulation are equally efficient”

6.2. Recommandations de politique publique

Quelques recommandations de politique publique peuvent être extraites des résultats de ce travail. Premièrement, la comparaison des performances des entreprises du secteur devraient être encouragée car en plus des effets incitatifs contenus dans les contrats, implicites ou explicites, entre les autorités publiques et les entreprises, elle est un outil supplémentaire d'incitations aux meilleures pratiques dans le secteur. Cette tâche peut être confiée à une autorité de régulation nationale qui peut, en plus de comparer les performances entre opérateurs actifs sur l'espace géographique national, l'étendre aux opérateurs d'autres régions et pays aux caractéristiques similaires. Ce qui pourrait encourager l'échange des compétences entre des régulateurs des pays différents.

Cette comparaison des performances peut se faire sous forme de la concurrence coup de projecteur (Estache *et al.*, 2004 ; De Witte & Dijkgraaf, 2007 ; De Witte & Saal, 2008 ; Le Lanier, 2011) car elle encouragerait la concurrence et la transparence dans le secteur. La possibilité de la publication des performances qu'offre cette dernière peut servir d'outil pour : (i) pousser les entreprises les moins performantes à s'améliorer, (ii) minimiser l'asymétrie de l'information entre l'autorité publique et l'opérateur et (iii) donner aux usagers l'information utile pour qu'ils exercent des pressions pour l'amélioration de performance.

Deuxièmement, il ne suffit pas simplement de s'intéresser à l'efficacité productive des entreprises, analyser leur effectivité s'avère une tâche qui lui est complémentaire. Il existe un lien positif (bien que faible) entre ces deux aspects de la performance. La désintégration de ces deux mesures par le calcul des *PIC* met en lumière des informations qui éclairent les parties prenantes dans le secteur et qui sont susceptibles

de contribuer à l'amélioration de la performance. Notre étude fait apparaître que pour améliorer l'effectivité, des ressources additionnelles (en particulier, ce sont les ressources en capital) sont nécessaires. Une attention particulière devrait viser la question des inefficacités techniques que présente le secteur car le fait de les combler augmenterait le volume d'eau distribué et la population desservie. Ce qui entraînera des revenus supplémentaires qui peuvent servir aux besoins des réparations et d'investissement pour l'expansion du réseau.

Troisièmement, réguler par contrat de performance s'avère être un instrument à la disposition des autorités publiques du secteur pour en améliorer l'efficacité technique et l'effectivité. En tant que tel, les contrats de performance devraient intégrer des mécanismes incitatifs crédibles qui pénaliseraient les mauvaises performances et en récompenseraient les bonnes. Fournir le service public de l'eau par une agence publique n'est pas synonyme de niveaux élevés d'inefficacité et d'ineffectivité (taux de couverture du service) en Afrique Subsaharienne où elle demeure une alternative à laquelle les autorités font appel. Cependant, il y a lieu d'encourager la commercialisation du service et une régulation incitative car elles contribueront à améliorer l'efficacité et l'effectivité des entreprises du secteur.

L'information fournie par le "shadow price" des pertes d'eau sur le réseau est particulièrement intéressante pour les autorités de régulation. Elle constitue une référence dans la mise en place des schémas incitatifs qui prévoiraient des pénalités ou des récompenses pour les entreprises qui dépasseraient les seuils optimaux des pertes d'eau acceptables en fonction de la géographie du périmètre qu'elles exploitent. Son intérêt s'explique étant donné que, depuis les réformes et en particulier dans la mise en œuvre des contrats d'affermage, les autorités publiques définissent des objectifs des taux des fuites sur le réseau que les opérateurs doivent

atteindre annuellement. Minimiser les pertes d'eau entraînera une augmentation des volumes vendus et partant, des recettes supplémentaires.

6.3. Limites de l'étude et pistes pour les recherches futures

Nous reconnaissons que notre recherche est une œuvre qui présente des limitations. Nos résultats sont valables pour les échantillons analysés et sur base des informations chiffrées auxquelles nous avons eu accès. La disponibilité des données permettra d'étendre l'analyse de nos questions de recherche à des échantillons de plus grande taille (nombre d'entreprises et d'observations) et pour une plus longue période. Elle sera également une opportunité pour élargir le champ d'investigation et évaluer les concepts d'efficacité qui intègrent les données financières (efficacité des coûts et efficacité allocative). Elle permettra aussi d'approfondir la question du lien qui existe entre l'efficacité technique et l'effectivité.

Utiliser des variables muettes pour les variables institutionnelles qui nous ont intéressées n'est pas optimal. En effet, bien que la variable muette saisisse l'existence de ladite réforme institutionnelle, elle n'en intègre pas les poids liés à ses différents aspects. Ainsi, il serait intéressant d'en tenir compte dans les modèles futurs en incorporant des variables institutionnelles plus satisfaisantes comme, par exemple, l'index de régulation.

Bibliographie

ABBOTT, M. & COHEN, B. (2009) "Productivity and Efficiency in the Water Industry", *Utilities Policy*, 17, 233-244.

ABDALA M.A. (2001) "Institutions, Contracts and Regulation of Infrastructures in Argentina", *Journal of Applied Economics*, 2, 217-254.

ACEMOGLU D., JOHNSON S. & ROBINSON J. (2004) "Institutions As The Fundamental cause of Long-Run Growth", National Bureau of Economic Research Working Paper, N° 10481. <http://www.nber.org/papers/w10481>

AFRICAN DEVELOPMENT BANK WATER PATERNSHIP PROGRAM (AfDB-WPP) (2010) "Water Sector Governance in Africa: Theory and Practice (Vol.1)", Tunis, Tunisia: African Development Bank Water Partnership Program.

AFRICA MINISTER'S COUNCIL ON WATER (2006) "Getting Africa on track to meet the MDGs on water and sanitation: a status review of sixteen african countries", Water and Sanitation Program- Eastern and Southern Africa- Nairobi, mimeo.

AIGNER, D.J. & CHU, S.F. (1968) "On estimating the industry production function", *American Economic Review*, 58 (4), 826-839.

AMARAL, M., SAUSSIER, S. & YVRANDE-BILLON, A. (2009) "Auction Procedures and Competition in Public Services: The case of Urban Transport in France and London", *Utilities Policy*, 17, 166-175.

ANTONIOLI, D. & FILIPINI M. (2001) "The Use of Variable Cost Function in the Regulation of the Italian Water Industry", *Utilities Policy*, 10, 181-187.

- ANWANDTER, L. & OZUNA, T. (2002) “Can public sector reform improve the efficiency of public water utilities?”, *Environment and Development Economics*, 7, 687–700.
- ARARAL E. (2009) “The Failure Of Water Utilities Privatization: Synthesis of Evidence, Analysis and Implications”, *Policy and Society*, 27, 221-228.
- AROCENA, P. & OLIVEROS, D. (2012) “The efficiency of state-owned and privatized firms: Does ownership make a difference?”, *International Journal of Production Economics*, 140, 457-465.
- AUBERT, C. & REYNAUD, A. (2005) “The impact of Regulation on Cost Efficiency: An empirical analysis of Wisconsin Water utilities”, *Journal of Productivity Analysis*, 23, 383-409.
- AUBYN, M.S., PINA, A., GARCIA, F. & PAIS, J. (2009) “Study of the Efficiency and Effectiveness of Public Spending On Tertiary Education”, Economic Paper, N° 390.
- AVERCH, H. & JOHNSON, L.L. (1962) “Behavior of the Firm Under Regulatory Constraint”, *American Economic Review*, 52(5), 1052-1069.
- BAJARI, P. & TADELIS, S. (2001) “Incentives versus Transaction Costs: A Theory of Procurement Contracts”, *Rand Journal of Economics*, Vol. 32 (3), 387-407.
- BARNEJEE, S., SKILLING, H., FOSTER, V., BRICENO-GARMENDIA, C., MORELA, E. & CHFADI, T. (2008) “Ebbing Water, Surging Deficits: Urban Water Supply in Sub-Saharan Africa”, Cross-country Annex, The World Bank.
- BARNEJEE, S. & MORELLA, E. (2011) “Africa’s Water and Sanitation Infrastructure: Access, Affordability and Alternatives”, The World Bank.
- BARON, D.P. & MYERSON, R.B. (1982) “Regulating a monopolist with unknown costs”, *Econometrica*, 50(4), 911-930.

BATTESE, G.E. & COELLI, T.J. (1995) "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, 20, pp.325-332.

BATTHACHARYYA, A., PARKER, E. & RAFFIEE, K. (1994) "An examination of the effects of ownership on the relative efficiency of public and private water utilities", *Land Economics*, 70 (2), 197-209.

BATTHACHARYYA, A., HARRIS, T., NARAYANAN, R. & RAFFIEE, K. (1995a) "Allocative Efficiency of rural Nevada water systems: a hedonic shadow cost function approach", *Journal of Regional Science*, 35 (3), 485-501.

BATTHACHARYYA, A., HARRIS, T., NARAYANAN, R. & RAFFIEE, K. (1995b) "Specification and estimation of the effect of ownership on the economic efficiency of the water utilities", *Regional Science and Urban Economics*, 25 (3), 759-784.

BERG, S.V. & HAMILTON, J. (2001) "Institutions and Telecommunications Performance in Africa: Stability, Governance and Incentives" http://warrington.ufl.edu/centers/purc/purcdocs/papers/0112_berg_institutions_and_telecommunications.pdf.

BERGARA, M.E., HENISZ, W.J. & SPILLER, P.T. (1998) "Political Institutions and Electric Utility Investment: A Cross-Nation Analysis", *California Management Review*, 40(2), 18-35.

BLANC, A. & GHESQUIERES, C. (2006) « Secteur de l'eau au Sénégal : un partenariat équilibré entre acteurs publics et privés pour servir les plus démunis ? », Document de travail, Agence Française de Développement, N° 24.

BLOCKLEHURST, C. & JANSSENS, J.G. (2004) "Innovative contracts, Sound relationships: Urban water sector reform in Senegal", Water Supply and Sanitation sector board discussion paper series, N°1, World Bank, Washington.

BORTOLOTTI, B., FANTINI, M. & SINISCALCO, D. (1998) “Regulation and Privatization: The Case of Electricity”, <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL1998/NDL1998-070.pdf>

BOTTASO, A. & CONTI, M. (2009) “Scale economies, technology and technical change in the water industry: Evidence from the English water only sector”, *Regional Science and Urban Economics*, 39, 138-147.

BOUSCASSE, H., DESTANDAU, F. & GARCIA, S. (2008) « Analyse économétrique des coûts des services d'eau potable et qualité des prestations offertes aux usagers », *Revue d'économie industrielle*, 122, 7-26.

BOYER, M., PATRY, M. & TREMBLAY, P.J. (1999) « La gestion déléguée de l'eau : les enjeux », Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations (CIRANO), Montréal, 60.

CAILLAUD, B. (2001) “Ententes et Capture dans l'Attribution des Marchés Publics” in COHEN, D. & MOUGEOT, M. (Ed.) *Enchères et Gestion Publique*, Conseil d'Analyse Economique Française, Paris, 215-245.

CAPPEN, E.C., CLAP, R.V. & CAMPBELL, W.M. (1971) “Competitive bidding in high-risk situations”, *Journal of Petroleum technology*, 23, 641-653.

CHARREAUX, G. (1997) « L'entreprise publique est-elle nécessairement moins efficace ? », Working Paper Fargo, 0970901, Université de Bourgogne, Leg/Fargo.

CHERCHYE, L., MOESEN, W., ROGGE, N. & PUYENBROECK, T. (2007) “An introduction to “Benefit of the Doubt” composite indicators”, *Social Indicators Research*, 82 (1), 111-145.

CHONG, E., HUET, F., SAUSSIÉ S. & STEINER F. (2006) “Public-Private Partnership and Prices: Evidence from Water Distribution in France”, *Review of Industrial Organization*, 29, 149-169.

CHRISTENSEN, L.R., JORGENSON, D.W. & LAU, L.J. (1973), “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, *Review of Economics and Statistics*, 55, 28-45.

CLARK, G.R.G, KOSEK, K. & WALLSTEN, S. (2004) “Has Private Participation in Water and Sewerage Improved Coverage?: Empirical Evidence from Latin America”, Joint Center for Regulatory Studies, N°04-02.

COELLI, T.J. (1996) “A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation”, mimeo, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

COELLI, T.J. & PERELMAN, S. (1999) “A comparison of parametric and non-parametric distance functions: with application to European railways”, *European Journal of Operational Research*, 117, 326–339.

COELLI, T.J., ESTACHE, A., PERELMAN, S. & TRUJILLO, L. (2003) *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators*, The World Bank Institute.

COELLI, T.J., RAO, D.S.P, O’DONNELL C. J. & BATTESE, G.E. (2005) “*An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*”, Second Edition, Springer, New York.

COELLI, T.J. & WALDING, S. (2005) “Performance Measurement in the Australian Water Supply Industry: A Preliminary Analysis”, CEPA Working Paper Series, WP 012005, School of Economics, University of Queensland, Australia.

COELLI, T.J., CRESPO, H., PLAGNET, M.-A., PERELMAN, S. & ROMANO, E. (2007) “Incorporating quality of service in a benchmarking model: an application to French

electricity distribution operators” in: Conference Proceedings, CIRED, Vienna, 21–24 May 2007.

COELLI, T.J., GAUTIER, A., PERELMAN, S. & SAPLACAN-POP, R. (2013) “Estimating the cost of Improving quality in Electricity Distribution: A parametric distance function approach”, *Energy Policy*, 53, 287-297.

COOPER, W.W., SEIFORD, L.M. & ZHU, J. (2011) “Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations” in COOPER W.W., SEIFORD, L.M. & ZHU, J. (Ed) *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Second Edition, Springs, 1-39.

CORTON, M. L. (2003) “Benchmarking in the Latin American Water Sector: The Case of Peru”, *Utilities Policy*, 11, 133-142.

CRAIN, W.M. & ZARDKOOHI, A. (1978), “A Test of the Property-Rights Theory of the Firm: Water Utilities in the United States”, *Journal of Law and Economics*, 21, 395–408.

DE WITTE, K. & DIJKGRAAF, E. (2007) “Mean and bold ? On separating merger economies from structural efficiency gains in the drinking water sector”, Tinbergen Institute Discussion Papers 07-092/3, Tinbergen Institute.

DE WITTE, K. & MARQUES, R. (2007) “Designing incentives in local public utilities, an international comparison of the drinking water sector”, Center for Economic Studies Discussion papers ces0732, Katholieke Universiteit Leuven, Centrum voor Economische Studien.

DE WITTE, K. & SAAL, D.S. (2008), “Is a Little Sunshine All We Need ? On the Impact of Sunshine Regulation on Profits, Productivity and Prices in the Dutch Drinking Water Sector”, Center for Economic Studies Discussion papers ces0828, Katholieke Universiteit Leuven.

DIAKITE, D. & THOMAS, A., (2013) « Structures des coûts d'alimentation en eau potable: une analyse sur un panel d'unités de production ivoirienne », *Recherche Economique de Louvain*, 79, 83-114.

DONALD, S. & SAPPINGTON, D.E.M. (1995) "Explaining the choice among regulatory plans in the U.S. telecommunication industry", *Journal of Economics and Management Strategies*, 4, 237-265.

DUPONT, V. (2010) « Financement des services d'eau en milieux urbains au Niger », Agence Française de Développement, Collection Focales 4.

DUPONT, V. (2011), « Le contrat d'affermage, étude de cas du Niger » in BLANC A. & BOTTON S. (dir) *Services d'eau et secteur privé dans les pays en développement Perceptions croisées et dynamique des réflexions*, Paris: Agence Française de développement, collection Recherches n°2, avril 2011, 73-92.

ERBETTA, F. & CAVE, M. (2007) "Regulation and efficiency incentives: evidence from the England and Wales water and sewerage industry", *Review of Network Economics*, 6 (2), 425–452.

ESTACHE, A. & ROSSI M.A. (1999) "Comparing the Performance of Public and Private Water Companies in Asia and Pacific Region: What a Stochastic Costs Frontier Shows", Policy Research Working Paper, N° 2152, World Bank.

ESTACHE, A. & KOUASSI E. (2002) "Sector Organization, Governance, and the Inefficiency of African Water Utilities", World Bank Policy Research Working Paper, 2890.

ESTACHE, A. & ROSSI, M. A. (2002) "How Different is the Efficiency of Public and Private Water Companies in Asia?", *The World Bank Economic Review*, 16(1), 139-148.

ESTACHE, A. & TRUJILLO, L. (2003) "Efficiency Effects of «Privatization» in Argentina's Water and Sanitation Services", *Water Policy*, 5(4), 369-380.

ESTACHE, A., ROSSI, M.A. & RUZZIER, C.A. (2004) “The Case for International Coordination of Electricity Regulation: Evidence from the Measurement of Efficiency in South America”, *Journal of Regulatory Economics*, vol. 25, n° 3, 271-295.

ESTACHE, A. & TRACZ, G. (2004) “Recent Economic Development in the Water and Sanitation Sectors of Selected Sub-Saharan Counties”, mimeo, The World Bank.

ESTACHE, A. & ROSSI, M. (2005) “Do Regulation and Ownership drive the Efficiency of Electricity Distribution? Evidence from Latin America”, *Economics Letters*, 86, 253-257.

ESTACHE, A., PERELMAN, S., & TRUJILLO, L., (2006) “Infrastructure Reform in Developing Economies: Evidence from a Survey of Economic Performance Measures.” in COELLI, T.J. and LAWRENCE, D. (ed.), *Performance Measurement and Regulation of Network Utilities*, Edward Elgar. Cheltenham, UK, 133-174.

ESTACHE A., GOICOECHEA, A. & TRUJILLO, L. (2008) “Utilities Reforms and Corruption in Developing Countries”, World Bank Policy Research Working Paper, N° 4081.

ESTACHE, A. & WREN-LEWIS, L. (2009) “Toward a Theory of Regulation for Developing Countries: Following Jean-Jacques Laffont Lead”, *Journal of Economic Literature*, 47, 729-770.

FALL, M., MARIN, P., LOCUSSOL, A. & VERSPYCK, R. (2009) “Reforming Urban Water Utilities in Western and Central Africa: Experiences with Public-Private Partnerships, Volume 1: Impact and Lessons Learned”, Water Sector Board Discussion Series, Paper N° 13, The World Bank, Washington DC.

FARIA, R. C., SOUZA, G. & MOREIRA, T.B. (2005) “Public Versus Private Water Utilities: Empirical Evidence for Brazilian Companies”, *Economics Bulletin*, 8(2), 1-7.

FARRELL, M. (1957) “The measurement of productive efficiency”, *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3), 253–290.

- FEIGENBAUM, S. & TEEPLES, R. (1983) “Public Versus Private Water Delivery: A Hedonic Cost Approach”, *Review of Economics and Statistics*, 65, 672-678.
- FILIPPINI, M., HROVATIN, N. & ZORIC, J. (2008) “Cost Efficiency of Slovenian water distributions utilities: an application of stochastic frontiers methods”, *Journals of Productivity Analysis*, 29, 169-182.
- FINK, C., MATTOO, A. & RATHINDRAM, R. (2002) “An Assessment of Telecommunications Reform in Developing Countries”, World Bank Policy Research Working Paper, N° 2909.
- FRAME, W.S. & COELLI, T.J. (2001) “US Financial Services Consolidation: The Case of Corporate Credit Unions”, *Review of Industrial Organization*, 18, 229-242.
- GARCIA, S. & THOMAS, A. (2001) “The Structure of Municipal Water Supply Costs: Application to a Panel of French Local Communities”, *Journal of Productivity Analysis*, 16, 5-29.
- GARCIA-SANCHEZ, I. (2006) “Efficiency measurement in Spanish local government: the case of municipal water services”, *Review of Policy Research*, 23 (2), 355–371.
- GONZALEZ-GOMEZ, F. & GARCIA-RUBIO, M.A. (2008) “Efficiency in the Management of Urban Water Services. What have we learned after four decades of research?” *Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública*, 185 (2), 39-67.
- GROSSMAN, S.J. & HART, O.D. (1986) “The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration”, *Journal of Political Economy*, 94(4), 691-719.
- GROSSKOPF, S., HAYES, K. & HIRSCHBERG, J. (1995), “Fiscal stress and the production of public safety: a distance function approach”, *Journal of Public Economics*, 57, 277–296.

- GUTIERREZ, L. H. (2003a) "The Effect of Endogenous Regulation on Telecommunications Expansion and Efficiency in Latin America", *Journal of Regulatory Economics*, 23, 257-286.
- GUTIERREZ, L.H. & BERG, S. (2000) "Telecommunications Liberalization and Regulatory Governance: Lessons from Latin America." *Telecommunications Policy*, 24, 865-884.
- HART, O.D. (1988) "Incomplete Contracts and the Theory of the Firm", *Journal of Law, Economics, & Organization*, 4(1), 119-139.
- HART, O., SHLEIFER, A. & VISHNY, R.W. (1997) "The proper scope of Government: Theory and an Application to prisons", *The Quarterly Journal of Economics*, CXII, 1127-1162.
- HATTORI, T. & TSUTSUI, M. (2003) "Economic Impact of Regulatory Reforms in The Electricity Supply Industry: A Panel Data Analysis for OECD Countries", *Energy Policy*, 32, 823-832.
- HAUSMAN, G. (1978) "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, 46, 1251-1271.
- HECKMAN, J.J. (1978) "Dummy endogenous variables in simultaneous Equations systems", *Econometrica*, 46, 931-959.
- JASMAB, T., MOTA, R., NEWBERRY, D. & POLLIT, M. (2005) "Electric Sector Reform In Developing Countries: Survey Of Empirical Evidence On Determinants And Performance", World Bank Policy Research Working Paper, N°3549.
- KIM, H. Y. (1987) "Economies of Scale in Multi-product Firms: An Empirical Analysis", *Economica*, 54, 185-206.
- KIM, H. Y. & CLARK, R. M. (1988) "Economies of Scale and Scope in Water Supply", *Regional Science and Urban Economics*, 18, 479-502.

KIRKPATRICK, C., PARKER, D. & ZHANG, Y-F. (2004) “Foreign Direct Investment in Infrastructure in Developing Countries: Does Regulation make a difference”, Centre on Regulation and Competition, Working Papers Series, N°85.

KIRKPATRICK, C., PARKER, D. & ZHANG, Y. F. (2006) “An Empirical Analysis of State and Private Sector Provision of Water Services in Africa”, *The World Bank Economic Review*, 20(1), 143-163.

KLEMPERER, P. (2002) “What Really Matters in Auction Design?”, *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 169-189.

KNEIP, A., SIMAR, L., & WILSON, P. (2008) “Asymptotics and consistent bootstraps for DEA estimators in nonparametric frontier models”. *Econometric Theory*, 24(6), 1663-1697.

KODDE, D.A. & PALM F.C. (1986) “Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions », *Econometrica*, 54(5), 1243-1248.

LAFFONT, J.J. (1993) « Nouvelles formes de réglementation », *L'Actualité Economique*, Vol 69 (2), 3-15.

LAFFONT, J.J. (2005) *Regulation and Development*, Cambridge, Cambridge University Press.

LAFFONT, J.J. & TIROLE, J. (1986) “Using Cost Informations to Regulate Firms”, *Journal of Political Economy*, 64, 614-641.

LAFFONT, J.J. (1994) “The New Economics of Regulation: Ten Years After”, *Econometrica*, 62 (3), 507-537.

LE LANIER, A. (2011) « Doit-on pointer du doigt les mauvais élèves? L'efficacité de la concurrence par comparaison dans le secteur de l'eau en Angleterre et au Pays de Galle », Séminaire animé au CREPP, Université de Liège, Belgique, 27 Mai 2011.

LIN, C. (2005) “Service Quality and Prospects for Benchmarking : Evidence from the Peru Water Sector”, *Utilities Policy*, vol. 13, N° 3, 230-239.

LIN, C. & BERG, S.V. (2008) “Incorporating Service Quality into Yardstick Regulation: An Application to the Peru Water Sector”, *Review of Industrial Organization*, 32, 53–75.

MARTY, F. & VOISIN, A. (2005) « Les Partenariats Public-Privé dans les Pays en Voie de Développement : les Enjeux Contractuels », Groupe de Recherche en Economie et Droit de Gestion, Document de travail, N° 2005-9.

MBANGALA, M. (2007) « Efficience économique des chemins de fer en Afrique subsaharienne », in NIZET, J. & PICHULT, F. (dir) *La performance des organisations africaines : Pratiques de gestion en contexte incertain*, L’Harmattan, Paris, 177-193.

MBUVI, D., DE WITTE, K. & PERELMAN, S. (2012) “Urban Water Sector Performance in Africa : A stepwise bias-corrected efficiency and effectiveness analysis”, *Utilities Policy*, 22, 31-40.

MCAFEE, R. & MCMILAN, J. (1987) “Auctions and Bidding”, *Journal of Economic Literature*, 25, 699-738.

MEGGINSON, W.L. & NETTER, J.M. (2001) “From State to Market: A Survey of Empirical Studies on Privatization”, *Journal of Economic Literature*, XXXIX, 321-389.

MELYN, W. & MOESEN, W. (1991) “Towards a Synthetic indicator of macroeconomic performance: Unequal weighting when limited information is available”, Public Economics Research Paper, 17, K.U. Leuven, Centrum voor Economische Studiën, Belgium.

MENARD, C. (2009) “From technical Integrity to Institutional Coherence: Regulatory Challenges in the Water Sector” in MENARD, C. & GHERTMAN, M. (Ed) *Regulation, Deregulation: institutional perspectives*, Edouard Edgar Publishing, 83-108.

MICHEL, G. (2008) « Management contract dans les pays en développement : Synthèse technique », Disponible sur : <http://www.agroparistech.fr/Syntheses-techniques-en-gestion-de.html>.

MIZUTANI, F. & URAKAMI, T. (2001) “Identifying Network Density and Scale Economies for Japanese Water Supply Organizations”, *Papers in Regional Science*, 80, 211-230.

MUGISHA, S. (2007) “Effects of Incentive Applications on Technical Efficiencies: Empirical Evidence from Ugandan water utilities”, *Utilities Policy*, 15, 225-233.

NATIONAL WATER SUPPLY AND SANITATION COUNSEL, (NWASCO) (2005) “Urban and Peri-urban Water Supply and Sanitation Sector Report 2004-2005”, Lusaka, Zambia.

PARKER D. & KIRKPATRICK, C. (2005) “Privatization in Developing Countries: A Review of the Evidence and Policy Lessons”, *Journal of Development Studies*, 41, 513-541.

PESTIEAU, P. & TULKENS, H. (1993) “Assessing and Explaining the Performance of Public enterprise”, *FinanzArchiv*, 50, 293-323.

PESTIAU, P. (2009) “Assessing the Performance of the Public Sector””, *Annals of Public and Cooperative Economics*, 80 (1), 133-161.

PETRAZZINI, D. & CLARK, T.H. (1996) “Costs and Benefits of Telecommunications Liberalization in Developing Countries”, Working Paper, Hong Kong: Hong Kong University of Science and Technology.

PICAZO-TADEO, A. J., SAEZ-FERNANDEZ, F. J. & GONZALEZ-GOMEZ, F.J. (2007) “The Role of Environmental Factors in Water Utilities’ Technical Efficiency. Empirical Evidence from Spanish Companies”, *Applied Economics*, 41, 615-628.

PICAZO-TADEO, A. J., SAEZ-FERNANDEZ, F. J. & GONZALEZ-GOMEZ, F.J. (2008), “Does service quality matter in measuring the performance of water utilities?”, *Utilities Policy*, 16, 30-38.

PICAZO-TADEO, A. J., GONZALEZ-GOMEZ, F. & SAEZ-FERNANDEZ, F.J. (2009), “Accounting for Operating Environments in Measuring Water Utilities’ Managerial Efficiency”, *The Service Industries Journal*, 29, 6, 761-773.

PONTY, N. (2007) « Partenariat public privé et accélération de l’atteinte des Objectifs du Millénaire pour le développement en Afrique », communication à la Conférence économique africaine, Addis Abéba, 15-17 novembre 2007.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPEMENT, (PNUD) (2012) « Objectifs du Millénaire pour le Développement : Rapport de 2012 », Nations Unies.

RAMAMURTY, R. (1991) “The search for remedies” in RAMAMURTY, R. & VERNON, R. (Ed.) *Privatisation and Control of State Owned Enterprise*, Washington DC, World Bank.

RHEINARD, S., LOVELL, K.C.A. & THIJSSSEN, J.T. (1999) “Econometric Estimation of Technical and Environmental Efficiency: an Application to Dutch Dairy Farms”, *American Journal of Agricultural Economics*”, 81(2), 44-60.

RHEINARD, S., LOVELL, K.C.A. & THIJSSSEN, J.T. (2000) “Environmental Efficiency with Multiple Environmentally Detrimental Variables; estimated with SFA and DEA”, *European Journal of Operational Research*, 121, 287-303.

ROS, A. J. (1999) “Does Ownership or Competition Matter? The Effects of Telecommunications Reform on Network Expansion and Efficiency”, *Journal of Regulatory Economics*, 15, 65-92.

ROS, A. J. (2003) “The Impact of the Regulatory Process and Price Cap Regulation in Latin American Telecommunications Markets”, *Review of Network Economics*, 2, 270-286.

ROS, A. J. & BANERJEE, A. (2000) “Telecommunications Privatisation and Tariff Rebalancing: Evidence from Latin America”, *Telecommunications Policy*, 24, 233-252.

SAAL, D. & PARKER, D. (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, 253–268.

SAAL, D. & PARKER, D. (2001), “Productivity and price performance in the privatized water and sewerage companies of England and Wales”, *Journal of Regulatory Economics*, 20 (1), 61–90.

SAAL, D. & PARKER, D. (2004) “The comparative impact of privatization and regulation on productivity growth in the English and Welsh water and sewerage industry, 1985–99”, *International Journal of Regulation and Governance*, 4 (2), 139–170.

SAAL, D., PARKER, D. & WEYMAN-JONES, T. (2007) “Determining the contribution of technical, efficiency and scale change to productivity growth in the privatized English and Welsh water and sewerage industry: 1985–2000”, *Journal of Productivity Analysis*, 28, 127–139.

SAUSSIÉ, S., STAROPOLI, C. & YVRANDE-BILLION, A. (2009) “Public-Private Agreements, Institutions and Competition: When Economics Theory Meets Facts”, *Review of Industrial Organization*, 35, 1-18.

SAVEDOFF, W. & SPILLER, P. (1999) “Spilled Water: Institutional Commitment in the Provision of Water Services in Latin America”, Washington DC: Interamerican Development Bank.

SEROA DA MOTTA, R. & MOREIRA, A. (2004), “Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil”, *Utilities Policy*, 14, 185-195.

- SHLEIFER, A. & VISHNY, R.W. (1997) “A survey of corporate governance”, *The Journal of Finance*, LII (2), 737-783.
- SHIRLEY, M. & MENARD, C. (2002). “Cities Awash: A Synthesis of the Country Cases”. In SHIRLEY M. (Ed.), *Thirsting for Efficiency: The Economics and Politics of Urban Water Reform*. London: Elsevier.
- SHLEIFER, A. & VISHNY, R.W. (1997) “A survey of corporate governance”, *The Journal of Finance*, LII (2), 737-783.
- SIMAR, L. & WILSON P. (2007) “Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes”. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64.
- SPILLER, P. (2008) “An Institutional Theory of Public Contracts: Regulatory Implications”, National Bureau of Economics Research, Working Paper, 14152.
- SPILLER, P. (2011) “Transaction Cost Regulation”, National Bureau of Economics Research, Working Paper, 16735.
- STEINER, F. (2001) “Regulation, Industry Structure and Performance in the Electricity Supply Industry”, OECD Economic Studies, N°. 32.
- STIGLITZ, J. (2009) “Regulation and Failure” in MOSS, D.A. & CISTERNINO, J.A. (Ed): *New Perspectives on Regulation*, The Tobin Projects, Cambridge.
- THANASSOULIS, E. (2000) “The use of data envelopment analysis in the regulation of UK water utilities: water distribution”, *European Journal of Operational Research*, 126, 436–453.
- TIROLE, J. (1990) “L’économie Politique de la Réglementation », *L’Actualité Economique*, 66, 305-318.

TREMOLET, S. & BINDER, D. (2010) « La régulation des services d'eau et d'assainissement dans les PED – Revue de littérature, éclairages et pistes de recherche », À Savoir n° 01, AFD, Paris.

TUPPER, H. & RESENDE, M. (2004) “Efficiency and Regulatory Issues in the Brazilian Water and Sewage Sector: An empirical study”, *Utilities Policy*, 12 , 29–40.

VILLALONGA, B. (2000) “Privatization And Efficiency: Differentiating Ownership Effects from Political, Organizational, and Dynamic Effects”, *Journal Of Economic Behavior and Organization*, 42, 43-74.

WALLSTEN, S.J. (2001) “An Econometric Analysis of Telecom Competition, Privatization and Regulation in Africa and Latin America”, *Journal of Industrial Economics*, 49, 1-19.

WALLSTEN, S.J. (2002) “Does Sequencing Matter? Regulation and Privatization in Telecommunications Reforms”, Policy Research Working Paper, World Bank, N°2817.

WATER AND SANITATION PROGRAM – AFRICA OF THE WORLD BANK (WSP-WB), (2009) “Water Operators Partnership: Africa Utility Performance Assessment”, Nairobi, Kenya, The World Bank/ UN Habitat/ESAR/AfWA.

WILSON, P. (2005), “FEAR 1.0: A software package for frontier efficiency analysis with R.”, Working paper, University of Texas, Austin, Texas.

WOOLDRIDGE, J.M (2002) *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, 2nd Edition, South Western Education Publishing.

WORLD BANK PUBLIC PRIVATE INFRASTRUCTURE ADVISORY FACILITY (WB-PPIAF) (2009), “Delegated Management of Urban Water Supply Services in Mozambique: Summary of the case study of FIPAG and CRA”, World Bank.

WORLD DEVELOPMENT INDICATORS (WDI) (2012). GDP per capita, PPP (current international \$).

ZELNER, B.A. & HENISZ, W.J. (2000) "Politics and Infrastructure Investment", SSRN Electronic Working Paper.

ZHANG, Y.F., KIRKPATRICK, C. & PARKER, D. (2002) "Electricity Sector Reform in Developing Countries, An econometric Assessment of the Effects of Privatisation, Competition and Regulation", Centre on Regulation and Competition Working Paper Series, N°31.

ZHANG, Y.F., KIRKPATRICK, C. & PARKER, D. (2004) "Competition, Regulation and Privatisation of Electricity Generation in Developing Countries: Does the Sequencing of the Reforms Matter?", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 45(2-3), 58-379.

Annexes

Formule de rémunération de la société de patrimoine et de l'opérateur privé au Sénégal.

Le montant à payer à la société de patrimoine, en une année donnée, est :

$$\begin{aligned} \text{Rémunération}_{\text{patrimoine}} &= (\text{Tarif}_{\text{moyen}} - P_{\text{exploitant}}) * \text{Volume}_{\text{produit}} * \\ TE_{\text{contrat}} * CE_{\text{contrat}} & \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

Où TE_{contrat} et CE_{contrat} sont respectivement l'efficacité technique et l'efficacité commerciale fixées par le contrat.

Autrement dit, la rémunération de la société du patrimoine est le produit du volume d'eau produit par la différence entre le tarif moyen et le prix de l'exploitant appelé aussi « bid price » déterminé lors de l'appel d'offre.

Les recettes réellement collectées par l'opérateur privé, en une année, donnée sont :

$$\text{Recettes} = \text{Tarif}_{\text{moyen}} * \text{Volume}_{\text{produit}} * TE_{\text{actuel}} * CE_{\text{actuel}} \quad (\text{A.2})$$

Où $TE_{\text{actuel}} = \frac{\text{Volume d'eau facturé}}{\text{Volume d'eau produit}}$ et $CE_{\text{actuel}} = \frac{\text{Montant actuel d'eau collecté}}{\text{Volume d'eau facturé}}$ sont respectivement l'efficacité technique et l'efficacité commerciale actuelles.

La rémunération de l'opérateur, en une année donnée, est la différence entre les recettes collectées et la rémunération de la société de patrimoine. Ce qui donne :

$$\text{Rémunération}_{\text{opérateur}} = \text{Tarif}_{\text{moyen}} * \text{Volume}_{\text{produit}} * TE_{\text{actuel}} * CE_{\text{actuel}} - (\text{Tarif}_{\text{moyen}} - \text{Prix}_{\text{exploitant}}) * \text{Volume}_{\text{produit}} * TE_{\text{contrat}} * CE_{\text{contrat}} \quad (\text{A.3})$$