



Revue Intelligence Stratégique
Journal des publications scientifiques
Volume 4, numéro 10
Octobre-Décembre 2021
p-ISSN : 3006-547X ; e-ISSN : 3006-5488
<https://doi.org/10.62912/>

ANALYSE EMPIRIQUE DE LA DESSERTE EN EAU POTABLE ET DETERMINATION DU MODELE D'ANALYSE

Paul BAKAJIKA SOMBAMANYA

Doctorant en Sciences Economiques à l'Université de Kisangani et expert chargé des cours à
l'Institut Supérieur Pédagogique de la Gombe et à l'Université Notre Dame du Kasaï

RESUME

Cet article s'inscrit dans la recherche des solutions pour l'atteinte des objectifs du développement durable auxquels la RDC a souscrit, particulièrement l'ODD 7 qui recommande l'universalisation de l'accès à l'eau potable à l'horizon 2030. La RDC connaît depuis 1990, une dégradation continue du taux de desserte en eau potable par l'unique opérateur public (REGIDESO). Cette étude a permis d'expliquer les causes de cette dégradation et les variables sur lesquelles agir pour améliorer la desserte. Sur les variables retenues pour l'analyse des déterminants de la desserte, notamment, la capacité de production, la livraison réseau, les ventes, la longueur réseau les abonnés actifs, les abonnés inactifs, les abonnés avec compteur, seule la première n'est pas significative. Ainsi, les actions à mener doivent porter sur les 7 autres variables dont la vente est au centre. Ces différentes variables interagissent les unes sur les autres. Le plan directeur d'investissement dans le secteur doit privilégier, concomitamment en amont, la réduction des pertes et fraudes d'eau, et en aval, l'allongement du réseau et la connexion des consommateurs à ce réseau.

Mots-clés : desserte en eau potable, universalisation du service, réseau, investissement.

SUMMARY

This paper is part of the search for solutions to achieve the sustainable development objectives to which the DRC has subscribed, particularly SDG 7 which recommends the universalization of access to drinking water by 2030. Since 1990, the DRC has experienced a continuous

deterioration in the rate of drinking water supply by the sole public operator (REGIDESO). This research made it possible to clarify the causes of this degradation and the variables on which to act to improve service. Of the variables retained for the analysis of the determinants of service, in particular production capacity, network delivery, sales, network length, active subscribers, inactive subscribers, subscribers with meters, only the first is not significant. Thus, the actions to be carried out must relate to the 7 other variables of which the sale is at the center. These different variables interact with each other. The investment master plan in the sector must give priority, simultaneously upstream, to the reduction of water losses and fraud, and downstream, to extending the network and connecting consumers to this network.

Keywords : *drinking water supply, universalization of the service, network, investment.*

INTRODUCTION

L'eau c'est la vie, mais l'eau potable c'est la longue vie. Au regard de cette réalité, la République Démocratique du Congo a inscrit le problème d'accès à l'eau potable parmi ses priorités dans le cadre du processus de réduction de la pauvreté de sa population. Cette ambition s'est davantage renforcée avec l'avènement des OMD¹ définis en décembre 2000 à l'ONU et auxquels la RDC a adhéré.

En effet, l'ODD 7 définit les actions à mener de 2000 à 2015, pour réduire de moitié le pourcentage de la population qui n'a pas d'accès à l'eau potable. Face aux contreperformances constatées, l'ONU a appelé une fois de plus à la définition d'objectifs universels, intégrant de manière équilibrée les composantes économique, environnementale et sociale du développement durable. Dix-sept (17) objectifs de développement durable² ont été définis, parmi lesquels l'ODD 7 qui fait l'obligation aux Etats de garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau à l'horizon 2030.

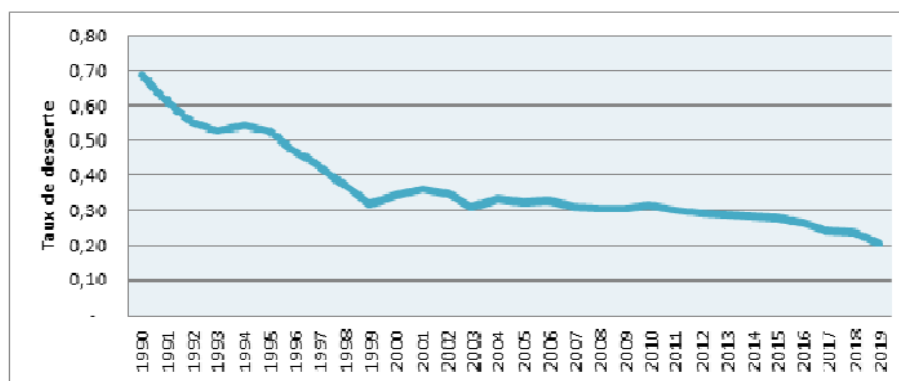
¹ Disponible sur <https://www.un.org/fr/millenniumgoals>.

² Disponible sur <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-dura>.

Concernant la RDC en rapport avec les actions arrêtées pour l'atteinte de ces objectifs, le constat qui est fait sur l'évolution du taux d'accès à l'eau potable dans l'hypothèse hygiéniste³ est décevant pour les 30 dernières années. De 69%⁴ en 1990, le taux d'accès à l'eau potable dans les aires urbaines où intervient l'opérateur public s'est dégradé continuellement sur toute la période pour se situer au niveau de 20% en 2019.

Le taux de desserte est le taux d'accès ou le pourcentage de la population ayant accès à l'eau potable par ville et territoire faisant partie du périmètre d'action de la REGIDESO. Beaucoup d'études réalisées sur la REGIDESO⁵ sont fondées sur le nombre de personnes qui puisent de l'eau à un point de vente qu'on ramène à la population urbaine totale. En considérant, le minimum de 20 m³ d'eau par an (soit 55-60 l par jour) et par personne, le taux d'accès à l'eau potable produite par la REGIDESO a évolué de la manière suivante de 1990 à 2019.

Graphique 01 : Evolution du taux de desserte d'eau



Source : Elaboré par nous-même.

³ Recommandations de l'OMS : un minimum vital de 20 litres d'eau par jour et par personne est préconisé pour répondre aux besoins fondamentaux d'hydratation et d'hygiène personnelle. Pour vivre décemment 50 litres d'eau par jour et par personne. Pour un réel confort à partir de 100 litres par personne et par jour. (Statistiques sanitaires mondiales 2012/ OMS).

⁴ REGIDESO, Rapport annuel 1990.

⁵ Société nationale de production et distribution de l'eau potable, unique opérateur public en milieux urbains en RDC.

La problématique qui sous-tend cette étude repose sur la question suivante : pourquoi la RDC qui dispose d'une immense ressource hydrographique et d'un plan d'investissement pour le redressement du secteur connaît un taux de desserte qui décroît d'une année à l'autre ?

En effet, la desserte en eau fournie par la REGIDESO depuis 1990, année de base de nos analyses, est liée à plusieurs facteurs. L'objectif assigné à cette étude est celui de mettre en évidence ces différents facteurs consignés à titre de variables.

Primo, il s'agira concrètement d'expliquer pourquoi le taux de desserte évolue dans un sens ou dans un autre durant les 30 années, c'est-à-dire d'indiquer la relation existant entre chacune des variables et le taux de desserte ainsi que la part de chacune d'elles dans l'explication de la desserte en eau potable et de prédire le taux de desserte en eau potable en milieux urbains à l'horizon 2030 toutes choses restant égales par ailleurs. Secundo, il s'agira de déterminer les actions à mener sur les différentes variables pour renverser la tendance.

En vue d'atteindre cet objectif, cette étude analyse grâce à un modèle économétrique (un système d'équations simultanées) la relation empirique entre, d'une part, le taux de desserte, et d'autre part, les variables auxquelles il est lié.

Dans la suite des développements qui vont suivre, nous parlerons successivement de la présentation du modèle à équations simultanées, de l'estimation du modèle empirique et de l'interprétation des résultats.

I. PRESENTATION THEORIQUE DU MODELE A EQUATIONS SIMULTANEEES

I. 1. Notions générales

Le modèle à équations simultanées décrit la manière dont se déterminent simultanément les valeurs de g variables endogènes à la période

t , en fonction des valeurs contemporaines ou retardées de certaines variables exogènes, et d'éventuelles valeurs retardées des variables endogènes.⁶

Le modèle à équations simultanées peut se présenter sous deux principales formes : structurelle et réduite.⁷ Afin d'illustrer un modèle à équations simultanées et les formes structurelle et réduite qui lui sont associées, nous nous sommes servi du modèle keynésien simplifié :

$$\text{Soit } \begin{cases} C_t = a_0 + a_1 Y_t + \varepsilon_{1t} & (1) \\ I_t = b_0 + b_1 Y_t + b_2 Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} & (2) \\ Y_t = C_t + I_t + G_t & (3) \end{cases}$$

Les équations (1), (2) et (3) définissent la forme structurelle du modèle à équations simultanées. En effet, on y remarque que certaines variables de gauche présentées comme variables endogènes, deviennent dans d'autres équations comme des variables exogènes placées à droite des égalités. C'est le cas notamment des variables C_t , I_t et Y_t . Du fait de la présence dans certaines équations de variables explicatives corrélées avec les perturbations, nous réécrivons le modèle uniquement en fonction de seules variables exogènes en vue d'en obtenir la forme réduite.

$$\text{Soit } \begin{cases} C_t - a_0 - a_1 Y_t = \varepsilon_{1t} & (1) \\ I_t - b_0 - b_1 Y_t - b_2 Y_{t-1} = \varepsilon_{2t} & (2) \\ Y_t - C_t - I_t - G_t = 0 & (3) \end{cases}$$

Ce nouveau système peut ainsi s'écrire sous forme matricielle :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -a_1 \\ 0 & 1 & -b_1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} C_t \\ I_t \\ Y_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -a_0 & 0 & 0 \\ 0 & -b_2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} U \\ Y_{t-1} \\ G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ 0 \end{bmatrix}$$

⁶ DOR E., *Econométrie, Synthèse de cours et exercices corrigés*, Col. Synthex, éd. Pearson Education, Paris, 2009, p. 129.

⁷ BOURBONNAIS R., *Econométrie : cours et exercices résolus*, 9^{ème} édition, éd. Dunod, Paris, 2015, p. 251.

Sous forme matricielle abrégée, le système se présente de la manière suivante : $BY + CX = \varepsilon$ (4).

Ainsi, on obtient la forme réduite suivante du modèle : $Y = -B^{-1}CX + B^{-1}\varepsilon$ (4).

Le choix du modèle à équations simultanées à utiliser dans le cadre de cette étude trouve plus d'une explication. En effet, la desserte en eau de boissons a été analysée dans les travaux antérieurs comme exclusivement déterminée par la taille de la population, les ventes et la consommation journalière.⁸

Pourtant, ce genre de modèle possède certaines limites réelles. C'est celles notamment liées à l'absence dans le modèle d'étude d'autres variables plus importantes qui sont elles-mêmes fonction d'autres variables. Citons en l'occurrence, pour le secteur de l'eau potable, les ventes elles-mêmes qui sont fonction de la livraison réseau et du nombre d'abonnés cette dernière variable étant elle aussi fonction de la longueur réseau et de la quantité d'eau produite (livrée). Voilà pourquoi, l'utilisation du modèle à équations simultanées prend en compte ces limites et tente de les dépasser. En effet, en considérant certaines variables comme endogènes dans certaines équations du modèle de la desserte d'eau et pourtant, à la fois exogènes dans d'autres équations, il était ainsi juste d'utiliser un modèle qui tienne compte de cette implication et de l'ambiguïté de statut de certaines variables.⁹

Toutefois, la généralisation des modèles économétriques à équations simultanées pour des modèles prévisionnels se heurta, pendant longtemps au manque de moyens informatiques. Les années 60 et 70, avec l'avancée des

⁸ GASVINY C., *Application de modèle à équation simultanées dans la consommation des biens publics : avantages et limites*, éd. L'Harmattan, Paris, 2001, p. 67.

⁹ ATTIOUI A., « La Politique Monétaire dans les Modèles Econométriques : Primat de la Théorie sur l'Empirique », Thèse défendue pour l'obtention du grade de docteur de l'université de Grenoble, Spécialité : Sciences Economiques, 2014, p. 98.

techniques informatiques, surgit une éclosion de modèles macroéconomiques jouant un important rôle dans la prévision.¹⁰

I. 2. Choix de variables

Le présent modèle d'analyse comporte deux types de variables : les variables endogènes et les variables exogènes. Il s'agit des variables principales qui interviennent dans le processus de desserte en eau ; et, ce de la capacité de production à la vente aux abonnés. Nous distinguons ainsi deux types de variables : endogènes et exogènes.

I. 2.1. Variables endogènes

Parmi les principales variables endogènes de ce modèle d'analyse, la principale est le taux de desserte. Toutefois, les ventes et le nombre d'abonnés demeurent aussi des variables endogènes prépondérantes par rapport à la desserte. C'est pourquoi ils (ventes et abonnés) sont considérés au même titre que le taux de desserte.

Ainsi, ce modèle d'analyse comporte g variables endogènes, avec $g = 3$, correspondant à la fois au nombre d'équations, mais aussi correspondant au nombre de variables endogènes.

I. 2. 2. Variables exogènes

Les variables exogènes ou explicatives de ce modèle d'analyse économétrique se composent des éléments suivants : la capacité de production (CAPPROD) ; la livraison réseau ou l'eau produite (LIVRES) ; le nombre d'abonnés en service (PVS) ; le nombre d'abonnés non en service ou inactifs (PVI) ; la longueur réseau (LGRES) ; le nombre d'abonnés avec compteurs ; les ventes. Toutes ces variables sont tirées des indicateurs du plan d'entreprise de la REGIDESO.¹¹

Bref, notre modèle d'analyse comprend 8 variables principales dont trois (3) endogènes et cinq (5) exogènes. A l'annexe 2, nous présentons les statistiques descriptives des variables retenues pour expliquer le

¹⁰ KUKATULA F., *Entreprises multinationales et enjeux du développement socio-économique et de la réduction de la pauvreté en RDC*, éd. Universitaires, Kinshasa, 2014, p. 124.

¹¹ REGIDESO, Rapport de l'Assemblée Générale des cadres dirigeants de la REGIDESO, 2018.

comportement de chacune d'elles dans le temps. Ces statistiques sont tirées des données de l'annexe 1 et élaborées grâce au logiciel E. Views.

I. 3. Présentation du modèle théorique

Le modèle à système d'équations que nous présentons comprend deux formes : structurelle et réduite.

I. 3.1. Forme structurelle

Le modèle théorique d'analyse sous forme structurelle se présente de la manière suivante :

$$TDES = a_1 \text{ CAPPROD} + a_2 \text{ LIVRES} + a_3 \text{ Ventes} + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$\text{Ventes} = b_1 \text{ LIVRES} + b_2 \text{ PVS} + b_3 \text{ PVI} + \varepsilon_2 \quad (2)$$

$$\text{NAB} = c_1 \text{ LRES} + c_2 \text{ LIVRES} + \varepsilon_3 \quad (3)$$

Le modèle ci-dessus est une représentation formalisée du processus de desserte d'eau de la capacité de production installée à la vente via la livraison réseau. L'objectif principal à travers ce modèle est d'indiquer les relations réciproques entre les différentes opérations intervenant sur la chaîne de service d'eau.

L'identification du modèle ci-dessus se fait équation par équation. Ce modèle possède trois variables endogènes ($g = 3$) et cinq variables exogènes ($k = 5$). Le tableau suivant, au regard des conditions d'identification¹², fixe l'identification de chaque équation, et de surcroît celle du modèle.

¹² WOLDRIDGE J., *Introduction à l'économétrie : approche moderne*, 2^e éd., éd. De Boeck, Bruxelles, 2002, p. 45.

Tableau n°01 : Identification du modèle

Equation	G	g'	K		k'	R	g-1	g-g'+k-k'+r	Identification
1	3	2	5		2	0	2	4	Suridentifiée
2	3	1	5		3	0	2	4	Suridentifiée
3	3	1	5		2	0	2	5	Suridentifiée

Source : Elaboré par nous à partir du modèle théorique

Ce modèle est suridentifié car toutes les équations sont suridentifiées.

I. 3. 2. Forme réduite

Rappelons que sous forme matricielle, le modèle à équations simultanées sous forme réduite revêt la forme suivante : $Y = -B^{-1}CX + B^{-1}\varepsilon$

Dans le cas du modèle de la présente analyse, il revient de déterminer les matrices Y , B , C , X , B^{-1} et ε . On obtient la forme matricielle suivante qui est la forme réduite du modèle :

$$\begin{bmatrix} TDES \\ VENTES \\ NAB \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} 1 & 0 & -a_3 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} -a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -b_1 & -b_2 & -b_3 & 0 \\ 0 & -c_2 & 0 & 0 & -c_1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} CAPPROD \\ LIVRES \\ PVS \\ PVI \\ LRES \end{bmatrix} + B^{-1} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix}$$

$$Y_{(3,1)} = -B^{-1}_{(3,3)} * C_{(3,5)} * X_{(5,1)} + B^{-1} * \varepsilon_{(3,1)}$$

Ainsi, la forme réduite ci-dessus permet désormais de présenter toutes les variables endogènes en fonction des seules variables exogènes retenues et définies dans le modèle.

II. ESTIMATION DU MODELE

II. 1. Stationnarité des séries

Toutes les équations étant sur-identifiées, la seule méthode d'estimation admise reste la Double Moindre Carré¹³ (DMC). Toutefois, les variables étant en séries temporelles, il sied de procéder d'abord à tester leur stationnarité.

II. 1. 1. Caractéristiques de la stationnarité

Avant le traitement d'une série chronologique, il convient d'en étudier les caractéristiques stochastiques. Si ces caractéristiques, c'est-à-dire son espérance mathématique $E(x)$ et sa variance $Var(X)$ se trouvent modifiées dans le temps, la série chronologique est considérée comme non stationnaire. Dans le cas contraire, la série est donc stationnaire. En d'autres termes, la stationnarité d'une série est vérifiée si les trois conditions suivantes sont remplies¹⁴:

- la Moyenne est constante et indépendante du temps, soit l'expression suivante : $E(Y_t) = E(Y_{t+m}) = \mu$.
- la Variance est finie et indépendante du temps ;
- la Covariance est indépendante du temps.

En bref, une série chronologique est dite stationnaire si elle ne comporte ni tendance, ni saisonnalité et plus généralement qu'aucun facteur ne puisse évoluer avec le temps.

II. 1. 2. Tests de stationnarité

Il existe deux types de tests de stationnarité : les tests informels et les tests formels. Dans les tests informels, on fait juste une représentation graphique brute des variables prises individuellement. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons aux tests formels.

Afin d'éviter les problèmes de régression fallacieuse liés aux racines unitaires, le test de stationnarité de Dickey Fuller Augmenté (ADF) a été

¹³ KABANGA M. D., « Cours d'Econométrie », FED/UCC, Kinshasa, 2020-2021.

¹⁴ BOURBONNAIS R., *Op. cit.*, p. 221.

effectué sur les huit (8) variables retenues, comprenant les différences premières. Ainsi, nous utilisons le test d'ADF proposé par Dickey Fuller pour évaluer l'ordre d'intégration des séries en données temporelles. Ce test vise à tester l'hypothèse nulle de non stationnarité contre l'hypothèse alternative de stationnarité.

Les tests de Dickey et Fuller sont construits à partir de trois modèles de base :

[1] $Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$: qui est le modèle auto-régressif d'ordre 1 noté AR(1) ;

[2] $Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$: un modèle AR(1) avec constante ;

[3] $Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \beta t + \alpha + \varepsilon_t$: un modèle AR(1) avec tendance.

On teste alors les hypothèses en posant :

- $H_0 : \phi = 1$ (Présence de racine unitaire) : la série est non stationnaire, contre
- $H_1 : \phi < 1$ (Absence de la racine unitaire) : série stationnaire.

L'hypothèse nulle de non stationnarité ne sera rejetée que lorsque la statistique du test ADF est, en valeur absolue, supérieure aux valeurs critiques de Mackinnon (VCM) en valeur absolue au seuil de 5%.¹⁵

Le tableau suivant fournit les résultats de la stationnarisation des variables :

¹⁵ *Ibidem*, p. 221.

Tableau n°02. : Stationnarité des variables

Variables	Variables à niveau			Variables en différence première		Décision	Ordre d'intégration
	ADF Test	VCM (5%)	Décision	ADF Test	VCM (5%)		
DESSERT E	- 2.2701	-3.5806	NS	- 3.90034 1	- 3.58062 3	S	(1)
PVI	- 1,9468	-3.5742	NS	- 6.13377 6	- 3.58062 3	S	(1)
PVS	1.5370 1	-3.6220	NS	- 4.13341 8	- 2.97185 3	S	(1)
CAPPRO D	- 1.9721	-3.5742	NS	- 5.64343 1	- 3.58752 7	S	(1)
LRES	- 1.4556	-3.5742	NS	- 5.83911 1	- 3.58062 3	S	(1)
LIVRES	- 2.7922	-3.5806	NS	- 3.88770 8	- 3.58752 7	S	(1)
VENTES	- 2.1154 5	-3.5742	NS	- 3.69272 5	- 3.58062 3	S	(1)
NAB	0.4687 6	- 2.96776 7	NS	- 4.24227 3	- 2.97185 3	S	(1)

Source : Elaboré par nous, selon les résultats de Eviews 10.

Note : **NS** : Non stationnaire; **S** : Stationnaire ; **I (k)** : Intégré d'ordre k.

Les résultats des tests de racine unitaire indiquent que les statistiques du test (t) à niveau de Dickey-Fuller Augmenté (ADF) permettent d'accepter l'hypothèse nulle de non stationnarité du type Différence stochastique (DS) pour l'ensemble des variables au seuil de 5% étant donné que les valeurs critiques de ces variables à ce seuil sont inférieures à la valeur du test statistique d'ADF.

Après la première différence, ces tests permettent de rejeter l'hypothèse de non stationnarité pour l'ensemble des variables au seuil de 5%.

II. 2. Estimation du modèle

L'estimation du modèle de la présente étude ne peut se faire qu'avec des séries intégrées d'ordre 1, c'est-à-dire, les séries stationnaires. C'est pourquoi, le modèle peut désormais être formalisé de la manière suivante en intégrant les séries en différence :

$$TDES (-1) = a_1 CAPPD (-1) + a_2 LIVRES (-1) + a_3 Ventes (-1) + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$Ventes (-1) = b_1 LIVRES (-1) + b_2 PVS (-1) + b_3 PVI (-1) + \varepsilon_2 \quad (2)$$

$$NAB (-1) = c_1 LRES (-1) + c_2 LIVRES (-1) + \varepsilon_3 \quad (3)$$

La méthode utilisée pour estimer ces équations est la méthode des Doubles Moindres Carrés (DMC) en raison de la sur-identification de toutes les équations du système.

Cette procédure des DMC est donc un peu lourde à mettre en œuvre, c'est pourquoi les logiciels permettent en une seule instruction d'utiliser cette méthode. Grâce au logiciel EViews 10, nous avons abouti à l'estimation des 3 équations que comporte notre modèle, notamment l'équation de la desserte, l'équation des ventes et l'équation du nombre d'abonnés (annexe 3).

Le tableau suivant indique les résultats obtenus et la significativité des variables par rapport à chaque modèle :

Tableau n°03 : Résultats de l'estimation

	Coefficients estimés							
Variables	CAPPROD	LIVRES	Ventes	LIVRES	PVS	PVI	LRES	Livrés
Equations	a ₁	a ₂	a ₃	b ₁	b ₂	b ₃	c ₁	c ₂
Desserte	2.18E-06	2.51E-06	1.19E-05					
Ventes				0.597601	0.090047	-0.13781		
N. abonnés							15.73188	1.120136
Decision	NS	S	S	S	S	S	S	S
R ²	0,5568			0.898401			0,8083	

Source : élaboré par nous-même sur base des résultats fournis par le logiciel Eviews10

S : Significatif NS : Non significatif

Le modèle estimé devient :

Desserte = 2.18E-06 CAPPROD + 2.51E-06 LIVRES + 1.19E-05 Ventes

Ventes = 0.597601 LIVRES + 0.090047 PVS -0.13781 PVI

N. abonnés = 15.73188 LRES +1.120136 LIVRES

II. 3. Tests statistiques du modèle

II. 3.1. Tests de signification des variables¹⁶

Ce test se fait équation par équation. Il repose sur les hypothèses suivantes :

- **Ho : Coefficient = 0** (si la probabilité du coefficient est supérieure à "0.05", on accepte Ho, c'est-à-dire que le coefficient n'est pas significatif) ;

¹⁶ Statistique du test : C'est le ratio de student (Cfr Résultats d'estimation) qui permet de prendre la décision. H₀ est rejetée si t calculé est supérieur à t tabulé au seuil de 5% avec n-k-1 ddl.

- **H1 : Coefficient $\neq 0$** (si la probabilité du coefficient est inférieure à "0,05", alors on rejette H_0 pour accepter H_1 c'est-à-dire que le coefficient est significatif).

Au regard des résultats obtenus après estimation, nous pouvons tirer les conclusions suivantes pour chaque équation :

D'abord dans la première équation « Desserte », toutes les variables sont significatives, exceptée la variable « La capacité de production » qui n'est pas significative. Ensuite, dans la deuxième équation de « Ventes » toutes les variables exogènes, à savoir : la livraison réseau (LIVRES), les clients en service (PVS) et les clients non en service (PVI) sont significatives. Enfin, dans la troisième équation du « Nombre d'abonnés », toutes les variables exogènes, en l'occurrence la longueur du réseau (LRES) et la livraison réseau (LIVRES) sont significatives.

II. 3. 2. Test de significativité sur l'ajustement du modèle

Le coefficient de détermination R^2 mesure la bonté de l'ajustement du modèle.¹⁷ Il donne le pouvoir explicatif de la variable expliquée par les variables explicatives. Suivant les résultats de l'estimation du modèle, nous avons constaté que :

- dans la première équation : $R^2 = 0,5568$. Ce qui signifie que les variables exogènes retenues pour expliquer la desserte en eau l'expliquent à 55,68% ; soit 44,32% d'autres phénomènes à chercher ailleurs. Pour le cas de la REGIDESO, ces phénomènes sont représentés par des pertes enregistrées sur la chaîne de production et de distribution ;
- dans la deuxième équation, la vente de l'eau de la REGIDESO est expliquée à 89,84% par la livraison réseau, le nombre de clients en service et le nombre de clients non en service (PVI). Toutefois, la dernière variable a un effet négatif sur la vente indiquant que son augmentation entraîne une baisse de volume de ventes. De trois

¹⁷ PHILIPPE R., « Cours d'économétrie des données de panel : thèse et applications à des échantillons d'entreprises », CNRS, Paris 2011.

variables expliquant la vente, la livraison du réseau de distribution a un effet plus ressenti sur les ventes ;

- dans la troisième équation, celle expliquant le nombre d'abonnés : les variables exogènes de ce modèle expliquent cette variable endogène à 80,83%. Il s'agit de la longueur réseau (LRES) et la livraison réseau (LRES).

II. 3. 3. test global du modèle

Le test global du modèle repose sur les hypothèses suivantes :

- H_0 : Coefficients = 0 (si la probabilité "**F-Stat**" est supérieure à "0.05", on accepte H_0 , c'est-à-dire que le modèle n'est pas bon. En d'autres termes, les variables explicatives dans leur ensemble ne concourent pas à l'explication de la variable exogène ;
- H_1 : Coefficients $\neq 0$ (si la probabilité "**F-Stat**" est inférieure à "0,05", on rejette H_0 , c'est-à-dire que le modèle est globalement bon. En d'autres termes, les variables explicatives dans leur ensemble concourent à l'explication de la variable exogène.

Nous concluons sur ce point que notre modèle est globalement bon car la probabilité (F-Stat) est inférieure à 0.05, dans toutes les trois équations. Bref, les trois équations du modèle, de surcroît le système entier, est bon car, dans toutes les équations, les probabilités associées à F-stat sont toutes inférieures à 5%.

III. INTERPRETATIONS DES RESULTATS OBTENUS

Rappelons que l'estimation des équations ci-dessus du modèle visait un double objectif, à savoir :

- expliquer l'évolution de la desserte d'eau et prédire le taux de desserte à l'horizon 2030, au cas où les différentes variables restaient invariantes (toute chose restant égale par ailleurs) ; et
- identifier les variables déterminantes des différentes variables endogènes (desserte, ventes et nombre d'abonnés) pour améliorer le taux de desserte en milieux urbains en RDC.

Les résultats obtenus à l'issue de l'estimation de ces trois équations peuvent nous aider à répondre à ces deux préoccupations essentielles de l'étude.

III. 1. Evolution de la desserte et prévision du taux de desserte à l'horizon 2030

La desserte en eau de la REGIDESO, au regard des résultats obtenus à l'issue de nos analyses revient à jouer de manière conséquente sur les deux variables significatives du modèle de desserte, à savoir : la livraison réseau et les ventes, sachant que la troisième variable (la capacité de production) n'est pas une donnée significative. Au vu des résultats obtenus, les ventes et la livraison réseau agissent de manière positive sur le taux de desserte d'eau.

En d'autres termes, l'augmentation des ventes agit positivement sur le taux de desserte, alors que l'augmentation de la capacité de production n'a aucun effet sur le taux de desserte étant donné qu'elle est une variable non significative dans les conditions actuelles. Cet état de chose trouve une explication dans le pourcentage élevé des pertes enregistrées en amont des ventes.

Dans ces conditions, pour améliorer les ventes, il faut réduire toutes les pertes sur la chaîne de production au lieu d'augmenter la capacité de production ce qui aura un effet positif sur les ventes contrairement aux conclusions de Tribech¹⁸ et Serge Garcia.¹⁹

L'idée développée par ces deux analystes est que l'exploitant du service peut trouver plus avantageux de ne pas minimiser ses pertes en réseau, en particulier en ne réparant pas toutes ses fuites, et de préférer la production jointe des deux biens (eau facturée et eau perdue). Si l'exploitant décide de ne pas réparer les fuites à cause des coûts prohibitifs, il ne fera pas d'économies sur la production d'eau.

¹⁸ COPIREP, Rapport sur l'évolution institutionnelle de la REGIDESO, 2015.

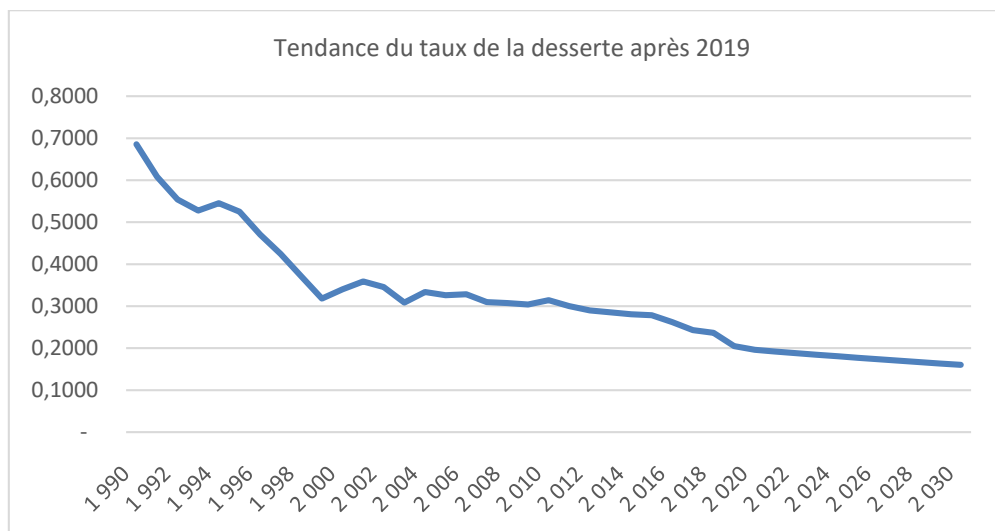
¹⁹ GARCIA S., « Analyse économique des coûts d'alimentation en eau potable », Université des Sciences Politiques de Toulouse, 2001.

Néanmoins, il peut préférer cette dernière solution parce qu'accroître sa production d'eau est moins coûteux. Si le problème est de satisfaire un accroissement de la demande des usagers, la solution adoptée peut être de produire plus d'eau au lieu de réparer les fuites en réseau. En d'autres termes, parce que les réparations de fuites sont très intensives en travail alors qu'accroître la production augmente essentiellement les coûts d'énergie, la production jointe des deux volumes d'eau sera préférée si le coût marginal du travail est supérieur au coût marginal de l'électricité. En conclusion, parce que la production des deux biens est avantageuse en termes de coûts, les services d'eau ne produiront pas d'eau destinée aux usagers finaux sans produire un volume d'eau automatiquement perdu sous la forme de fuites.

Par contre, selon notre analyse, pour augmenter la desserte, il convient de jouer indirectement sur les variables qui influent positivement sur la vente, en l'occurrence la livraison réseau qu'il faut améliorer étant donné son effet positif sur les ventes ; le nombre de clients en services qu'il faut augmenter en raison de sa relation positive avec les ventes et le nombre de clients inactifs qu'il faut réduire au fil des périodes, sachant que leur effectif a un effet négatif sur les ventes.

Bref, la desserte d'eau possède des facteurs directs sur lesquels la décision d'investissement devrait agir et les facteurs indirects. Dans la première catégorie, ce sont les ventes et la livraison réseau ; et dans la seconde catégorie, ce sont le nombre de clients actifs (PVS), la longueur réseau et la livraison réseau.

Toute chose restant égale par ailleurs, prévoir le taux de desserte en eau de la REGIDESO à l'horizon 2030 relève à la fois de l'analyse de l'évolution de sa série ou encore de l'évolution de la variation des variables qui lui sont, soit directement, soit indirectement liées. En d'autres termes, considérant les mêmes conditions d'exploitation et le croît démographique, le taux de desserte continuerait à baisser chaque année de 2% pour atteindre le niveau de 16% à l'échéance des ODD en 2030. Ainsi, à l'horizon 2030, si aucune mesure n'est prise, le taux de desserte continuerait à baisser, comme repris sur le graphique ci-dessous :



Source : Elaboré par nous-même.

La capacité de production étant considérée comme une variable non significative dans ce modèle, elle est néanmoins apparue comme une variable constante sur laquelle il faut engager des actions fonctionnelles qui ne peuvent avoir du succès sur la desserte que si les autres variables sont améliorées conséquemment et simultanément. En restaurant la capacité de production à son niveau d'installation et en considérant un taux des pertes d'eau acceptables (15%)²⁰, le taux de desserte s'améliorerait pour atteindre 51% à l'horizon 2030. Ce taux de desserte n'est que fictif et loin de la réalité si les populations supplémentaires ne sont pas raccordées au réseau. Toutefois, pour redresser la tendance de manière permanente, il faut agir sur toutes les variables qui agissent sur le taux de desserte et ce de façon simultanée.

III. 2. Variables déterminantes du système de desserte d'eau

La détermination des variables déterminantes du système de la desserte d'eau consiste à présenter la part essentielle de chaque variable dans le modèle par le calcul de coefficients de corrélation partielle. En effet, la notion de corrélation partielle est très importante car elle permet de juger

²⁰ ZOUNGRANA D., « Cours d'approvisionnement en eau potable », EIER, 2003.

la pertinence d'inclure une variable explicative dans un modèle. Plus le coefficient de corrélation partielle d'une variable est élevé, plus la contribution de cette variable est importante à l'explication globale du modèle.²¹

Il s'agit ici plus précisément de calculer des différents coefficients de corrélation partielle d'ordre k, k étant le nombre des variables autre que la variable exogène principale dont nous évaluons l'influence sur la variable endogène. Ce coefficient est donné par l'expression suivante :

$$r^2_{YX_i. (autres variables)} = \frac{t_i^2}{t_i^2 + (n - k - 1)} \quad (5)$$

Dans l'expression (5) :

- Y : est la variable endogène ;
- Xi : la variable exogène concernée et dont nous évaluons l'impact et la corrélation avec la variable endogène ;
- Ti : le ratio de student de la variable exogène concernée ;
- n : la taille de l'échantillon ;
- k : nombre de variables exogènes pour chaque modèle

Le tableau suivant fournit les détails sur les variables et leurs ratios de student à l'issue de l'estimation :

Tableau n°04 : Coefficients de corrélation partielle et de variabilité

Modèle	Variables Exogènes	Valeur t	Coefficients de corrélation partielle	Variables déterminantes
Desserte	Capacité production	-2.860258	0,239352	
	Livraison réseau	-1.638402	0,093583	
	Ventes	8.504633	0,735581	Ventes
Ventes	Livraison réseau	8.962257	0,755460	Livraison réseau
	Clients actifs	2.333055	0,173111	
	Clients inactifs	-3.494635	0,319594	
Nombres abonnés	Longueur réseau	3.195666	0,282012	
	Livraison réseau	4.570826	0,445540	Livraison réseau

Source : Elaboré par nous-même à partir des résultats de Eviews.

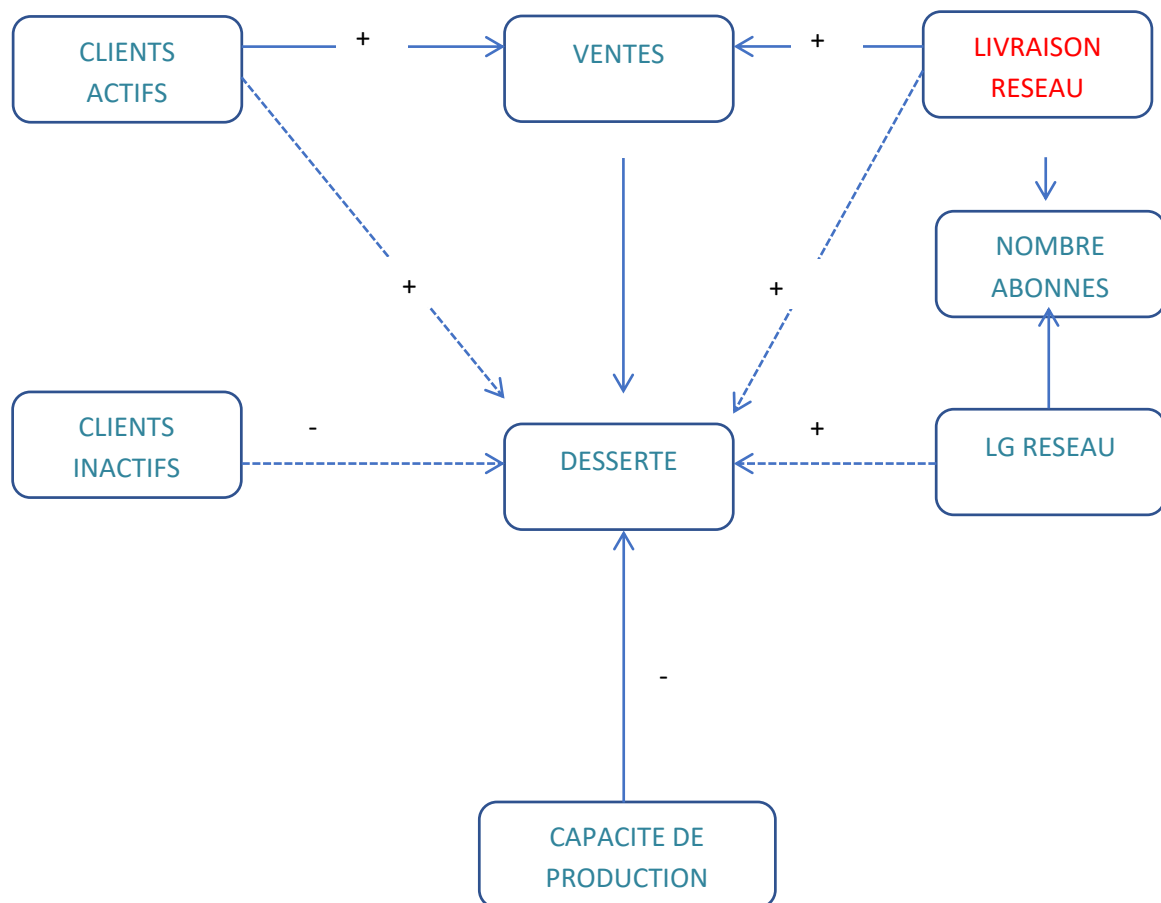
²¹ TERRAZA M., *Analyse des séries temporelles*, 3^e éd., éd. Dunod, Paris, 2010, p. 67.

Au regard des résultats de ce tableau, il ressort les observations suivantes :

- dans le modèle de la desserte, la variable la plus déterminante reste les ventes. En effet, mis à part la livraison réseau et la capacité de production installée, les ventes déterminent la desserte à 73,55% ;
- dans le modèle de vente : la variable la plus déterminante reste la livraison réseau dont l'impact sur les ventes s'élève à 75,54% ;
- enfin dans le dernier modèle du système de desserte, modèle en rapport avec le nombre d'abonnés, la variable déterminante est toujours la livraison réseau dont l'impact sur la variable « Nombre d'abonnés » se fixe à 44,55%. La livraison réseau va conjointement avec la longueur du réseau.

Le schéma suivant visualise les variables déterminant la desserte d'eau et la qualité de leur impact :

Figure 3: Schéma d'interaction entre les variables (aquavento centrisme²²)



Source : Elaboré par nous-même.

Ce modèle montre l'interaction entre les variables endogènes et exogènes, sur lesquelles il faut agir pour faire évoluer positivement la desserte en eau potable. Selon ce modèle bâti grâce à 7 variables, et dans les conditions actuelles de l'unique opérateur public en milieux urbains, il se

²² Il s'agit d'un néologisme pour exprimer le rôle central que joue la variable vente dans le schéma directeur des projets d'investissement dans le secteur de l'eau potable.

dégage qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter la capacité de production pour améliorer la desserte.

Durant ces 30 dernières années, les investissements réalisés ont permis d'accroître la capacité de production (+75%) sans que cela contribue à l'amélioration de la desserte. En effet, il se dégage que le taux de desserte en chute depuis 1990, s'est stabilisé pendant 3 années autour de 33% (2004-2006) et s'est remis à dégringoler juste après. Pendant ces trois années, toutes les variables qui évoluaient avant comme après en dents de scie, se sont améliorées positivement.

Au regard de ces constats, le modèle issu de l'analyse économétrique que nous avons réalisé exige d'interagir sur toutes les variables pour améliorer la desserte. A cet effet il se dégage que les ventes sont au centre de toute action à mener pour améliorer la desserte. Ainsi pour améliorer la desserte il faut que les quantités d'eau vendues augmentent. Or les ventes ne sont pas indépendantes. Elles sont influencées directement en amont par la livraison réseau et en aval par le nombre d'abonnés actifs. Dans le portefeuille « abonnés », on distingue les abonnés en service et les abonnés inactifs. Ainsi selon le modèle trouvé, le nombre d'abonnés doit être amélioré de deux façons : en transformant les abonnés inactifs en abonnés actifs et en créant des nouveaux points de vente. Pour avoir des nouveaux points de vente, il faut aussi augmenter la longueur réseau.

Comme on le remarque tout est inter-relié, et toute action isolée sur les variables de ce modèle ne permettra pas d'améliorer la situation de desserte, comme l'ont prétendu plusieurs experts de la Banque Mondiale en mission à la REGIDESO. Ainsi tout programme d'investissements dans le secteur de l'eau potable doit tenir compte des interactions entre ces différentes variables, et prévoir des actions sur chacune d'elles simultanément.

CONCLUSION

Au terme de cette analyse, les informations recueillies aident à apprécier la réaction du taux de desserte en eau potable au robinet en

milieux urbains en RDC à la suite d'une stimulation des principaux indicateurs du plan stratégique de l'unique opérateur public en œuvre sur terrain.

La préoccupation majeure, en réalisant cette analyse était d'apprécier la politique de financement des investissements dans le secteur dans un contexte d'augmentation continue de la population et d'urbanisation explosive, de déterminer les variables qui ont une influence directe et indirecte sur le taux d'accès à l'eau potable, et de ressortir enfin les influences que les unes exercent sur les autres et vice-versa.

Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les statistiques chronologiques (1990-2019) récoltées au sein de la REGIDESO, opérateur principal en milieux urbains en RDC, et avons recouru à la méthode d'estimation d'un modèle à équations simultanées en nous servant du logiciel e-views 10.

Pour cette analyse, nous avons pour comprendre le comportement du taux de desserte, considéré huit (8) variables. L'objectif était de déceler les variables qui influencent le taux de desserte et dans quel sens.

Les résultats de nos analyses indiquent que ces variables agissent sur le taux de desserte de manière simultanée et non de manière indépendante. Toutefois, la variable la plus déterminante reste les ventes d'eau, qui représentent les quantités d'eau réellement consommées par la population et facturées. Les ventes quant à elles subissent des influences en amont de la livraison réseau et en aval du nombre d'abonnés actifs. Concernant le nombre d'abonnés, il subit l'influence de la livraison réseau et de la longueur réseau.

Ces résultats montrent également que dans les conditions actuelles du secteur de l'eau potable en RDC, il n'est pas nécessaire pour l'instant d'augmenter la capacité de production, mais qu'il faut néanmoins réduire tous les obstacles qui font que la capacité actuellement installée ne soit pas totalement opérationnelle. Selon la norme, la perte admise entre la capacité de production installée et la production livrée au réseau est de 5% et de 10% entre cette dernière et les ventes réellement facturées. Or concernant la RDC, pour le premier cas, la perte moyenne sur la période d'étude est de 32% par an, et de 40% entre la livraison réseau et les ventes. Soit globalement entre

la capacité de production installée et les ventes, la perte est de 59%. C'est-à-dire sur 100 m³ de capacité installée, la production livrée au réseau est de 68 m³ et l'eau réellement consommée est estimée à 41 m³.

Ainsi, l'analyse des déterminants de la desserte en eau potable en RDC nous a permis de déduire les assertions suivantes :

- la REGIDESO, opérateur principal dans la desserte en eau potable au robinet en milieux urbains est une entreprise atypique et défailante dans la réalisation de la mission lui confiée ;
- dans les conditions actuelles, pour améliorer la desserte, il n'est pas nécessaire d'investir dans l'accroissement de la capacité de production par la construction des nouvelles usines de traitement d'eau comme c'est le cas actuellement avec les usines de Lemba Imbu et de l'Ozone, les mêmes causes produisant les mêmes effets. Il faut néanmoins investir dans la réduction des pertes d'eau tant sur la chaîne de production que sur la chaîne de distribution et de manière simultanée.
- toutes les eaux récupérées ne pourront être rationnellement consommées et contribuer à l'amélioration de la desserte que si l'éventail du nombre d'abonnés actifs s'élargit ;
- l'élargissement du nombre d'abonnés actifs est conditionné par l'allongement de la longueur du réseau dans les milieux d'extension de la ville.

En perspective pour engranger le développement du secteur et atteindre les objectifs du développement durable, il faut un plan directeur global qui intègre toutes les variables qui ont un impact simultané sur la desserte, dans lesquelles il faut investir de manière simultanée également.

De manière générale, le constat concernant le déploiement des investissements, ces trente (30) dernières années, la priorité a été plus accordée à la capacité de production, au renouvellement du réseau et à la pose des branchements sociaux.

Le problème d'extension du réseau pour atteindre des nouveaux abonnés n'est pas abordé. Et c'est à cette problématique, qu'il faut également trouver des réponses dans les prochaines études à réaliser.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATTIOUI A., « La Politique Monétaire dans les Modèles Econométriques : Primat de la Théorie sur l'Empirique », Thèse défendue pour l'obtention du grade de docteur de l'université de Grenoble, Spécialité : Sciences Economiques, 2014.
- BECKER H.S., *Les ficelles du métier. Comment conduire sa recherche en sciences sociales*, Découverte.
- BOULEAU G. et GUERIN L., *Des tuyaux et des hommes. Les réseaux d'eau en France*. Quae, 2001.
- BOURBONNAIS R., *Econométrie : cours et exercices résolus*, 9^{ème} édition, éd. Dunod, Paris, 2015.
- CAMDESSUS M. (dir.), *Eau*, Robert Laffront, Paris, 2004.
- COPIREP, Rapport sur l'évolution institutionnelle de la REGIDESO, 2015.
- DOR E., *Econométrie, Synthèse de cours et exercices corrigés*, Col. Synthex, éd. Pearson Education, Paris, 2009.
- GARCIA S., « Analyse économique des coûts d'alimentation en eau potable », Université des Sciences Politiques de Toulouse, Toulouse, 2001.
- GASVINY C., *Application de modèle à équation simultanées dans la consommation des biens publics : avantages et limites*, éd. L'Harmattan, Paris, 2001.
- <https://www.un.org/fr/millenniumgoals>.
- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-dura>.
- KABANGA M. D., « Cours d'Econométrie », FED/UCC, Kinshasa, 2020-2021.
- KUKATULA F., *Entreprises multinationales et enjeux du développement socio-économique et de la réduction de la pauvreté en RDC*, éd. Universitaires, Kinshasa, 2014.
- Louis Berger International, Inc., Etude du plan de développement du secteur de l'eau potable et de l'assainissement du Zaïre 1991-2010/Plan Directeur National, CNAEA-REGIDESO, 1994.
- PHILIPPE R., « Cours d'économétrie des données de panel : thèse et applications à des échantillons d'entreprises », CNRS, Paris 2011.

REGIDESO, Rapport annuel 1990.

REGIDESO, Rapport de l'Assemblée Générale des cadres dirigeants de la REGIDESO, 2018.

REGIDESO, Rapports des Assemblées Générales des Cadres Dirigeants de la REGIDESO (AGCDR) 1990-2019.

TERRAZA M., *Analyse des séries temporelles*, 3^e éd., éd. Dunod, Paris, 2010.

TRIBECHE C., Evolution institutionnelle du secteur de l'eau en milieu urbain en RDC, COPIREP, 2015.

WOLLDRIDGE J., *Introduction à l'économétrie : approche moderne*, 2^e éd., éd. De Boeck, Bruxelles, 2002.

ZOUNGRANA D., « Cours d'approvisionnement en eau potable », EIER, 2003.

ANEXE 1 : LES VARIABLES DU MODELE

	CAPAC PROD	LGRES	LGRACCO	OPROD	VENTES	ABONPVS	ABONNONSERV	ABON COPTEUR	POP URBAINE	DESSERTTE
1990	268,451	7,252	3,707	209,108	146,856.00	260,818.00	68,197	177,803	10,710	0.69
1991	271,894	8,513	4,076	206,190	137,240.00	287,714.00	60,623	183,595	11,280	0.61
1992	282,924	9,063	4,209	192,355	131,866.00	308,189.00	58,101	202,386	11,904	0.55
1993	287,607	9,325	4,385	187,799	132,545.00	298,412.00	82,071	221,177	12,559	0.53
1994	289,910	9,472	4,474	200,131	144,154.00	309,458.00	83,828	205,686	13,216	0.55
1995	291,119	9,643	4,531	215,923	145,419.00	292,015.00	109,529	188,871	13,852	0.52
1996	291,195	9,781	4,616	208,652	136,083.00	296,218.00	111,360	181,518	14,456	0.47
1997	303,318	9,867	4,670	213,472	127,653.00	278,488.00	134,333	161,170	15,035	0.42
1998	301,928	9,891	4,823	211,658	115,894.00	254,340.00	163,343	128,055	15,611	0.37
1999	303,212	9,932	4,837	188,216	103,141.00	266,716.00	157,136	123,829	16,216	0.32
2000	303,213	11,055	4,858	187,753	114,819.00	277,421.00	151,168	101,350	16,876	0.34
2001	302,746	11,165	4,883	198,694	126,319.00	277,855.00	153,104	106,226	17,597	0.36
2002	302,745	11,182	4,904	206,447	127,065.00	252,253.00	181,651	90,966	18,378	0.35
2003	298,151	12,747	4,942	212,552	118,499.00	245,300.00	193,530	84,223	19,213	0.31
2004	298,151	12,813	4,994	226,149	134,062.00	243,161.00	205,485	72,662	20,096	0.33

2005	354,720	12,837	5,012	231,282	137,052.00	257,732.00	204,866	73,210	21,021	0.33
2006	354,720	12,913	5,052	238,900	144,372.00	247,625.00	226,786	73,075	21,990	0.33
2007	321,285	13,404	5,152	241,683	142,527.00	250,918.00	232,534	77,555	23,005	0.31
2008	366,624	13,913	5,254	244,448	148,044.00	273,684.00	215,646	86,899	24,069	0.31
2009	395,400	14,442	5,358	274,835	153,140.00	274,952.00	223,051	88,746	25,179	0.30
2010	408,812	14,177	5,464	289,252	165,542.00	275,161.00	192,677	97,425	26,334	0.31
2011	411,440	14,310	5,572	279,550	165,277.00	270,814.00	206,686	103,953	27,536	0.30
2012	426,524	14,243	5,683	271,328	166,868.00	277,937.00	209,005	106,067	28,784	0.29
2013	458,709	14,277	5,795	288,253	171,595.00	283,660.00	203,237	102,730	30,081	0.29
2014	469,074	10,626	5,910	298,099	176,414.00	308,025.00	244,710	126,465	31,430	0.28
2015	470,680	10,948	6,027	311,021	181,406.00	335,827.00	245,027	191,477	32,587	0.28
2016	470,680	11,600	3,886	324,241	178,868.00	353,640.00	247,119	224,722	34,121	0.26
2017	470,680	12,800	3,989	320,993	173,573.00	351,122.00	259,929	223,717	35,718	0.24
2018	470,680	12,200	3,938	306,199	176,744.00	347,978.00	273,777	218,403	37,377	0.24
2019	470,680	12,500	3,963	287,000	160,147.00	377,926.00	261,045	237,675	39,096	0.20
Tx de croissance	0.75	0.72	0.07	0.37	0.09	0.45	2.83	0.34	2.65	(0.70)
observ	30	30	30	30	30.00	30.00	30	30	30	30

ANNEXE 3

2.4.2.1. Estimation de l'équation de desserte

Dependent Variable: DESSERT(-1)				
Method: Two-Stage Least Squares				
Date: 05/09/21 Time: 12:03				
Sample (adjusted): 2 30				
Included observations: 29 after adjustments				
Instrument specification: CAPPROD(-1) LIVRES(-1) VENTES(-1)				
Constant added to instrument list				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CAPPROD(-1)	2.18E-06	0.61E-07	0.860258	0.0782
LIVRES(-1)	2.61E-06	1.03E-06	2.638402	0.0034
VENTES(-1)	1.19E-05	1.40E-06	8.504633	0.0000
R-squared	0.556833	Mean dependent var		0.372069
.Adjusted R-squared	0.522743	S.D. dependent var		0.118484
S.E. of regression	0.081853	Sum squared resid		0.174198
Durbin-Watson stat	0.669012	Second-Stage SSR		0.174198
J-statistic	3.30713	Instrument rank		4
Prob(J-statistic)	0.000032			

2.4.2.2. Estimation de l'équation de Ventes

Dependent Variable: VENTES(-1)

Method: Two-Stage Least Squares				
Date: 05/09/21 Time: 12:36				
Sample (adjusted): 2 30				
Included observations: 29 after adjustments				
Instrument specification: LIVRES(-1) PVS(-1) PVI(-1)				
Constant added to instrument list				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LIVRES(-1)	0.597601	0.066680	8.962257	0.0000
PVS(-1)	0.090047	0.038596	2.333055	0.0277
PVI(-1)	-0.137812	0.039435	-3.494635	0.0017

R-squared	0.898401	Mean dependent var		145622.0
Adjusted R-squared	0.890585	S.D. dependent var		21721.80
S.E. of regression	7185.115	Sum squared resid		1.34E+09
Durbin-Watson stat	1.000356	Second-Stage SSR		1.34E+09
J-statistic	3.531542	Instrument rank		4
Prob(J-statistic)	0.000212			
2.4.2.3. Estimation de l'équation du nombre d'abonnés				
Dependent Variable: NAB(-1)				
Method: Two-Stage Least Squares				
Date: 05/09/21 Time: 11:58				
Sample (adjusted): 2 30				
Included observations: 29 after adjustments				
Instrument specification: LRES(-1) LIVRES(-1)				
Constant added to instrument list				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LRES(-1)	15.73188	4.922878	9.195666	0.0035
LIVRES(-1)	1.120136	0.245062	4.570826	0.0001
R-squared	0.808309	Mean dependent var		460549.7
Adjusted R-squared	0.801209	S.D. dependent var		75742.59
S.E. of regression	33770.54	Sum squared resid		3.08E+10
Durbin-Watson stat	0.376017	Second-Stage SSR		3.08E+10
J-statistic	4.139898	Instrument rank		3
Prob(J-statistic)	0.041884			