

Les déterminants de l'offre urbaine d'eau potable en Guinée

Gono SAGNO

Email : sagnogono@gmail.com

Faculté de Sciences Economiques et de Gestion.
Université Général Lansana Conté de Sonfonia.

Résumé : Afin de mieux comprendre les causes de la crise hydrique des grandes villes de la Guinée malgré ses prédispositions naturelles qui lui offrent des ressources en eau très abondantes, nous analysons les déterminants de l'offre d'eau potable en utilisant les données de 1996 à 2019. Après avoir testé la stationnarité des variables, nous utilisons un modèle à correction d'erreur à la Engle-Granger estimé par les moindres carrés ordinaires. Les résultats montrent que la consommation d'eau, le tarif moyen appliqué et la population urbaine influencent significativement l'offre d'eau potable en Guinée alors que l'investissement ne l'impacte pas. Ainsi pour résoudre le problème hydrique en Guinée, les résultats de l'étude suggèrent des politiques allant dans le sens de l'accroissement de la consommation d'eau, un changement tarifaire à la hausse et la sensibilisation de la population à la gestion rationnelle des ressources d'eau à court terme, avec un investissement conséquent dans le secteur.

Mots-clés : Crise hydrique - Offre d'eau potable - Tarifs de l'eau potable - Guinée.

Determinants of urban drinking water supply in Guinea

Abstract: *In order to better understand the causes of the water crisis in Guinea's major cities despite its natural predispositions that offer it very abundant water resources, we analyze the determinants of drinking water supply using data from 1996 to 2019. After testing the stationarity of the variables, we use an Engle-Granger error-correction model estimated by ordinary least squares. The results show that water consumption, average applied tariff and urban population significantly influence the supply of drinking water in Guinea, whereas investment does not. To solve the water problem in Guinea, the results of the study suggest policies aimed at increasing water consumption, increasing tariffs and raising public awareness of rational water resource management in the short term, with substantial investment in the sector.*

Keywords: *Water crisis - Drinking water supply - Drinking water tariffs - Guinea.*

JEL Classification: *Q25 - H41 - Q21 - D24 - L95.*

Received for publication: 20230811.

Final revision accepted for publication: 20231230

1. Introduction

De la déclaration de Stockholm de 1972 sur l'environnement humain, qui a proclamé que "l'homme a un droit fondamental à la liberté, à l'égalité et à des conditions de vie satisfaisantes, dans un environnement dont la qualité lui permet de vivre dans la dignité et le bien-être", est sorti le droit à l'eau. Le droit à l'eau se définit comme le « droit pour toute personne, quel que soit son niveau économique, de disposer d'une quantité minimale d'eau de bonne qualité qui soit suffisante pour la vie et la santé » (Smets, 2002). Ce droit a fait l'objet de plusieurs déclarations et est ainsi pris en compte dans la conclusion des travaux des grandes instances décisionnelles du monde, mais aussi africaines. La Charte africaine de 1990 sur les droits et le bien-être de l'enfant, prévoit l'obligation pour les États de prendre les mesures nécessaires "pour garantir la fourniture d'une alimentation et d'une eau de boisson saine en quantité suffisante". Bien que ce droit soit connu et pris en compte, la problématique liée à l'accès à l'eau potable de la population mondiale est restée sans solution durable jusqu'à la fin des années 90.

Selon Appleton et Chatterjee (2001), 4,9 milliards d'hommes sur un total de 6 milliards, bénéficiaient de l'eau potable en l'an 2000. Il restait à alimenter 173 millions hommes dans les zones urbaines et 926 millions dans les zones rurales, essentiellement en Asie, 693 millions, en Afrique 300 millions et en Amérique latine 78 millions.

Face à cette situation, la problématique de l'accès à l'eau potable a été inscrite à la cible 3 de l'objectif 7 des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). A la suite des résultats des OMD-2000 jugés mitigés par certains observateurs, l'accès à l'eau ainsi que les dimensions de la durabilité (sociale, économique et environnementale) vont être prises en compte par les objectifs du développement durable (ODD) l'inscrivant à son objectif 6.

La Guinée à l'instar des autres pays africains, reste confrontée à cette problématique bien qu'elle soit le château d'eau de l'Afrique de l'Ouest avec de fortes précipitations estimées à 405,91 km³ en moyenne annuelle (Ministère de l'hydraulique, 2007) et une saison pluvieuse de plus de 7 mois. La disponibilité totale en ressource hydrique du pays est évaluée à 226 km³ d'eau naturelle par an en 2007. Malgré cette offre naturelle, l'accès à l'eau potable de la population guinéenne reste insuffisant.

A partir des observations faites, la demande d'eau potable de la population est de plus en plus croissante depuis les années 90 suite à l'augmentation de la démographie, l'apparition successive des maladies épidémiologiques (le choléra, Ebola) et de la maladie de covid19, pour des besoins de lavage des mains et d'aliments. Ceux-ci viennent s'ajouter à l'usage habituel de l'eau par les ménages : cuisine, boisson, lessive, nettoyage, toilette, production etc. (Bah et al, 2007). Ainsi, il nous paraît important de faire une analyse plus poussée sur l'offre d'eau potable pour améliorer l'accès de la population à cette ressource.

En Guinée, de grands progrès ont été réalisés en matière hydrique et d'assainissement. Depuis 2010, des travaux ont eu lieu dans la haute banlieue de Conakry et à l'intérieur du pays, ce qui a permis à la société en charge de la production, du transport, de la

distribution et la commercialisation d'eau, la Société des Eaux de Guinée (SEG) de couvrir 25 préfectures sur 33 et les 5 communes de la ville de Conakry (INS, 2018).

Quant au Service National d'Aménagement des Points d'Eau (SNAPE), les réalisations se chiffrent à 4.553 forages entre 2011 et 2018. Ces interventions financées, soit sur recette propre de la SEG, soit par l'Etat et les bailleurs de fonds ont permis à 8 guinéens sur 10, c'est-à-dire un taux de 82,1%, d'avoir accès à un point d'eau amélioré .

En Guinée, il existe une forte disparité entre le milieu rural et urbain. L'accès à l'eau potable est de 72% en zone urbaine contre 67% en zone rurale, bien attendu, ce taux ne prend en compte que les raccordements domestiques (60%) et les bornes fontaines (12%). Pour l'assainissement, le taux est estimé à 34% en milieu urbain et à 12% en milieu rural (Ministère du Plan et de la Coopération Internationale, 2017)).

Pour la SEG, le niveau global des investissements pour l'amélioration de son service a atteint le niveau le plus élevé de 226,8 milliards de Franc Guinéen (GNF) en 2017 depuis sa création (INS, 2019). Cependant il est jugé insuffisant comparé aux pays de la Sous-Région, tels que le Sénégal et la Côte d'Ivoire. Cet investissement a nettement amélioré sa production passant de 60,323 millions de m³ en 2012 à 67,29 millions de m³ en 2018 contre un besoin de consommation estimé à 74,7 millions de m³ d'eau, soit un manque à gagner de 7,41 millions de m³ (Annuaire statistique 2019/SEG), ce qui dénote l'existence d'un stress hydrique (Mondésir et al., 2018). L'inadéquation entre l'offre et la demande d'eau potable, le mode de fonctionnement du marché et la tarification semblent être expliqués par les pannes très élevées, le vol des pompes en zone rurale, l'insuffisance des investissements et la faiblesse du système de gestion (Ministère du Plan et de la Coopération Internationale, 2017).

Au regard de cette considération préliminaire, il nous paraît important de nous interroger sur l'effectivité de ces contraintes comme facteurs influant l'offre de l'eau potable dans le contexte Guinéen. Partant de cette question, nous nous posons une autre question à laquelle nous tenterons de répondre : quels sont les facteurs qui expliquent le niveau insuffisant de l'offre de l'eau de potable en Guinée malgré la disponibilité naturelle de la ressource et de la forte demande de la population ? Répondre à ces questions est d'une importance capitale tant pour la recherche dans le secteur que pour les décideurs de politique d'offre et de tarification de l'eau potable.

L'objectif général de cet article est de faire un état des lieux de l'offre, de la tarification de l'eau potable et d'identifier les déterminants de l'offre d'eau potable en Guinée. De façon plus détaillée, il s'agira d'analyser les déterminants socio-économiques de l'offre d'eau potable et d'évaluer l'effet de la tarification actuelle sur l'offre d'eau potable.

La suite de cet article est structurée en quatre sections. La section 2 fait l'état des lieux de la ressource en eau du pays suivie de l'analyse de l'offre et de la demande de l'eau potable en Guinée. La section 3 présente les travaux théoriques et empiriques sur la problématique de l'eau. La section 4 expose la démarche méthodologique utilisée pour atteindre les objectifs de recherche. La section 5 présente et discute les résultats. La section 6 conclut.

2. Faits stylisés

Cette section dédiée aux faits marquants du sous-secteur de l'eau en Guinée, fait d'abord un aperçu des ressources en eau puis une analyse sur l'offre et la demande d'eau potable avant de terminer par la situation de la tarification de l'eau en Guinée.

2.1 Aperçu de la ressource en eau de la Guinée

La Guinée est l'un des pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest, très riche sur le plan hydrographique. Ce pays, s'il est indiscutable qu'il est un scandale géologique à cause de la richesse de son sol et de son sous-sol en ressources minières, est également un scandale hydrologique qui lui confère l'appellation de « château d'eau de l'Afrique de l'Ouest ». La diversité de son relief, composé de plaines, de plateaux et de montages dont les points culminants sont le mont Nimba (1.752) m et les massifs du Fouta-Djalon lui donnent un climat du type tropical humide avec deux saisons distinctes. La saison pluvieuse dure en moyenne six (6) à huit (8) mois avec une pluviométrie allant de mille 1200 mm à 4000 mm. « Ces pluies représentent annuellement près de 400 milliards de m³ d'eau. Environ 350 milliards m³ des eaux enregistrées par an se partagent entre le ruissellement, l'évaporation et l'infiltration. Les ressources renouvelables sont estimées à 226 milliards m³ » (Artelia Group, 2013)

Ces eaux se répartissent entre les eaux de surface composée de 23 bassins fluviaux, les marécages, les lacs, les étangs et les mares et les eaux souterraines ayant une quantité mal connue. Les eaux de surface en outre d'être une source d'approvisionnement des populations riveraines en eau pour des besoins d'usage habituel, constituent un réservoir d'eau mobilisable dans l'ordre de 350 milliards de m³ /an (DNH, 2019) pour des fins de développement des activités économiques. Elles favorisent aussi l'activité agricole par le biais de l'aménagement des espaces hydro-agricoles de près de 364 000 ha de terre irrigable pour une exigence en eau estimée à 6 milliards de m³ /an. Elles sont aussi abondantes en chutes hydroélectriques aménageables pour un potentiel de 6.000 MW selon Hydro China International Engineering Co, LTD (2009).

Les eaux souterraines bien que peu connues par manque d'évaluation réelle et récente, constituent l'indispensable fontaine des puits améliorés, des forages réalisés par les ménages, les industries, la Société des Eaux de Guinée (SEG) et le Service National des Points d'Eau (SNAPE) dont le potentiel est estimé entre 13 et 38 milliards de m³ (DNH, 2019).

Le tableau 1 montre que la situation hydro météorologique guinéenne est spécialement généreuse et pourvue en quantité abondante d'eau estimée à près de 23 000 m³ par habitant et par an (Artelia Group 2017), soit 12 fois plus que le seuil de la norme internationale des pays en situation de crise hydrique de 1700 m³ par habitant et par an. Cette condition place la Guinée parmi les pays les plus pourvus en eau en Afrique et dans le monde. Il indique également que la Guinée partage ses eaux avec les autres pays de la sous-région ouest africaine, ce qui lui donne une position importante dans les organisations sous-régionales comme l'Autorité du Bassin du Niger (ABN), l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS), l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie (OMVG) et le Mano River Union (MRU).

Tableau 1 : Récapitulatif des ressources en eau

Désignation	Quantité ou volume
Hydrographie	23 bassins fluviaux : 14 partagés et 9 nationaux
Volume moyen annuel de pluie reçu	>451 000 hm ³
Volume moyen annuel écoulé	>164 500 hm ³ dont plus de 62% (102 000 hm ³) sortent du territoire national
Contributions de la Guinée dans les écoulements des fleuves Sénégal et Niger	Environ 75% des volumes d'eau de surface produits dans le bassin du fleuve Sénégal. Environ 26% des volumes d'eau de surface produits dans le bassin du fleuve Niger
Eau de surface pérenne	Estimation : 350 milliards de m ³ /an
Eau de surface non pérenne	Estimation : 400 milliards de m ³ /an
Ressources en eau souterraine (mal connues)	Estimation : environ 13 à 38 milliards de m ³ selon les sources

Sources : Plan National Eau version finale (feuille de route- DNH mars 2011), complété par l'auteur à partir de INS (2019).

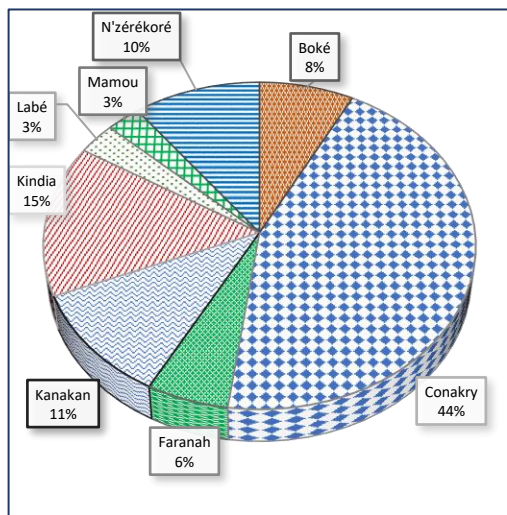
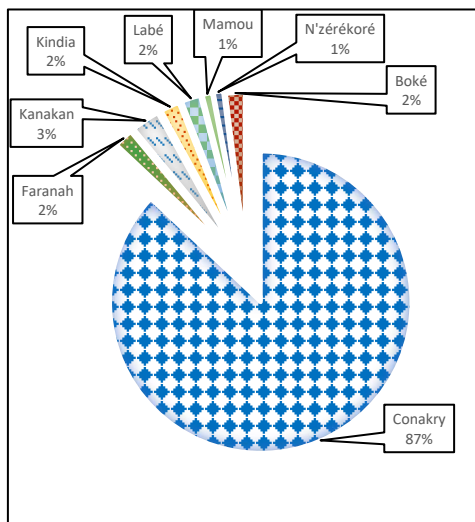
2.2. L'offre et la demande d'eau potable urbaine

Cette sous-section fait état de l'offre urbaine d'eau potable et de la demande globale. En Guinée, le service de l'offre d'eau potable est assuré par la SEG (milieu urbain) et le SNAPE (milieu rural)¹. Notre étude s'intéresse à l'offre urbaine pour des raisons de données non disponible au niveau de l'offre rurale.

La SEG couvre depuis 2015, 25 villes de l'intérieur plus la ville de Conakry, soit un total de 26 villes sur 37. Actuellement [Quand ? Il faut préciser], un projet d'adduction d'eau potable est en cours de réalisation dans les villes comme Lola. En 2018, le volume total d'eau potable offert par la SEG dans ces 26 villes était de 67,29 millions de m³ (INS, 2019) contre une demande de 74,7 millions de m³. Cette situation montre qu'il y'a un manque à combler en matière d'offre d'eau potable qui plonge l'ensemble des villes du pays dans une situation de crise hydrique malgré l'énorme potentiel de disponibilité en eau. Cette quantité est produite à l'aide d'un dispositif de chaînes isolées de production composé de 18 ouvrages d'eau de surface et 101 ouvrages d'eau souterraine. Ces ouvrages sont repartis entre 41 stations de production dont 16 à Conakry et 25 dans les centres à l'intérieur avec une capacité totale installée 238 192m³/j. Elle est transportée et distribuée à travers un réseau discontinu de 2218 Km comprenant 792 bornes fontaines alimentées par les 101 forages et une flotte de 30 camions citernes.

Cette production est inégalement répartie entre la population urbaine des 8 régions administratives estimée à 4.335.101 habitants en 2019 comme l'indiquent le graphique 1.

¹ Cf. D/030/PRG/SGG/88 du 15 Juin 1988

Graphique 1 : Répartition de la population et de l'offre urbaine par région**Population urbaine par région Administrative****Offre urbaine eau par région Administrative**

Sources : Auteur à partir des données de la SEG et INS 2019

A titre illustratif, la ville de Conakry qui a 44% de la population urbaine reçoit 87% de la production d'eau potable alors que les 15% de la population urbaine vivant à Kindia est alimentée par 2% de la production d'eau potable et la région de N'zérékoré avec 10% de population, obtient seulement 1% de la production totale. Cette situation paradoxale peut être expliquée par la concentration de la plupart des projets d'adduction dans les communes de Conakry et environ et la vétusté des installations de captage des centres situés à l'intérieur.

Quant à la demande d'eau, les statistiques de l'INS (2019), l'évaluent à 74,7 millions de m³ pour l'année 2018. Ce besoin de consommation en eau potable ne cessera de croître d'une période à l'autre dans la mesure où ce rapport montre que la population Guinéenne qui était estimée en 2010 à 9 706 499 habitants, est passée à 12 559 624 habitants en 2020. Elle est projetée à 14 363 932 habitants à l'horizon 2025-2030, soit un taux de croissance annuel de 2,67%. Cette croissance rapide de la population est beaucoup plus visible dans les grandes villes qui, en plus du taux de croissance rapide, connaissent une urbanisation très accélérée avec un taux de 35,62% de la population vivant en milieu urbain.

Selon le rapport d Cabinet Merlin (2019) entre les deux derniers recensements de 1996 et 2014, la population de Conakry a augmenté de près de 50%, soit un taux de croissance annuel moyen de 2.4%. Dans les communes périphériques, le taux de croissance est encore plus fort dans l'ordre de 5%, y compris Dubréka centre, Coyah centre, Kouriya ; Wonkifong ; Khorira et Maférinya qui portent le nom de grand Conakry. Ce même rapport évalue le besoin journalier du grand Conakry à 560 000 m³/j pour l'ensemble du secteur d'étude à l'horizon 2030. En généralisant cette projection sur l'ensemble du pays, le besoin en eau sera de 1 287 935 m³/j, ainsi la demande annuelle en eau potable sera dans l'ordre de 470 096 012 m³/an.

2.3 L'évolution de la tarification des services de l'eau en Guinée

En Guinée, la tarification proportionnelle ou monôme est celle en vigueur. Elle facture le client par rapport au volume d'eau potable réellement consommée sans tenir compte de la partie fixe (frais d'abonnement, d'entretien ou location de compteur). Le tableau 2, indique les différentes évolutions du tarif du m³ d'eau consommée par groupes de clients abonnés. Il en ressort que ce tarif a connu 5 révisions consécutives avec une moyenne globale de 377% dont le niveau le plus bas est accordé à la tranche T1 (10%) et plafonné à 1050% pour les industriels et organismes internationaux. Cette augmentation du niveau des prix de l'eau potable s'inscrit dans une politique d'égalisation du prix au coût marginal.

Tableau 2: Evaluation du tarif d'eau potable en Guinée depuis la création de la SEG

TARIF		2004	2005	2006	2007	2008 - 2012	2013 - 2022	2004 - 2022
Ménages ^s	Tranche 1	680	680	680	680	750	750	10%
	Tranche 2	850	1250	1250	1250	2000	2650	212%
	Tranche 3	1500	1500	1500	1500	2400	4080	172%
Bornes fontaines		1250	1250	2000	2000	3500	3500	180%
Industriels/organismes		925	1500	3500	3500	5600	10640	1050%
Commerces		925	1500	1800	1800	3000	5550	500%
Administration		925	1500	1500	1800	3000	5700	516%

Source : Auteur par la combinaison des tableaux de Artelia Group (2013) et les données de la SEG (2022)

Cette évolution laisse croire que l'eau est chère en Guinée, alors que la Tranche 1 où le m³ coûte 750 GNF, est de 2798 GNF au Sénégal, 2970 GNF au Benin, 2850 GNF au Togo et 2820 GNF au Burkina Faso soit une moyenne de 2859,5 GNF² qui est 3 fois plus chère.

3. Revue de littérature

Dans cette section, nous allons aborder l'aspect littéraire de notre étude, tout en précisant que la question de l'offre d'eau potable a fait l'objet de peu d'étude contrairement à la demande d'eau potable où la littérature est plus abondante. La raison serait due en grande partie par le manque de données, d'où cette littérature présentée dans ce travail ne saurait prétendre être plus exhaustive. Bien que les déclarations sur l'importance et la nécessité de l'eau pour la vie humaine soient nombreuses, les études empiriques portant sur les déterminants de l'offre d'eau potable sont rares. C'est la raison pour laquelle cette revue de littérature portera sur les discussions des auteurs qui dans la recherche de la cause de l'inadéquation entre l'offre et la demande d'eau potable, se sont intéressés à l'action de l'homme sur la ressource, le prix et la consommation approximée par la demande d'eau.

² Taux de change 1 FCFA = 15 GNF, ces prix sont relevés sur les factures d'eau délivrées les sociétés en charge de la production et de la commercialisation dans ces pays.

3.1. Causes anthropiques et changement climatique

Plusieurs études ont été menées pour mesurer les effets de l'action humaine induisant un changement climatique, sur l'offre et la demande d'eau potable. Parmi elles nous avons : Bates et al. (2008), Xu et al. 2004 (Chine), Simonovic et Li 2004 (Canada), Islam et al. 2005 (Japon), Georgakakos et al. 2008 (Corée), Ruth et al. 2007 (Nouvelle Zélande), Dracup et al. 2005, Hayhoe et al. 2004 (Etats-Unis) ; Noubissi D. E, 2016 (Cameroun). Ces études convergent vers un résultat commun selon lequel le changement climatique impact négativement la fourniture d'eau potable.

Harris et al. (2014) abordent le sujet dans le même sens en indiquant que la fonte des glaces provoquée par le changement climatique entraînant la montée du niveau des mers va aggraver les stress hydriques par la contamination des sources de prélèvement pour l'alimentation de la population et l'irrigation des terrains agricoles. Pour atténuer cette situation, les auteurs préconisent de gros investissements dans le secteur de l'eau pour accroître la capacité des ouvrages de stockage de l'eau douce mais aussi pour désaliniser les eaux de mer. Des résultats semblables avaient été trouvés pour les pays africains par Foe B. (2008). L'auteur a suggéré que des efforts supplémentaires en termes d'investissements permettraient d'amoindrir le stress hydrique, tout en indiquant que le gaspillage de l'eau, la pollution des sources par les déchets industriels, l'explosion démographique, le changement climatique sont les facteurs qui expliquent l'écart entre l'offre et la demande en eau potable.

En Côte d'Ivoire, Silue (2012) et Kra et al. (2016), ont trouvé dans leurs différentes études que la sécheresse était la première cause de l'insuffisance de l'offre d'eau potable aux habitants de la ville de Korhogo. A cela s'ajoute l'occupation anarchique des rives du bassin versant du Lac de Koro et la démographie. Quant à Mondésir et al. (2018), eux ils attribuent le stress hydrique en eau potable de la ville de Gagnoa aux retards dans le renouvellement des infrastructures de traitement d'eau brute et à l'urbanisation rapide de la ville.

3.2. Le problème de la tarification

D'autres chercheurs ont intégré la corrélation entre le prix de vente du m³ d'eau potable et l'offre. Par exemple, Sağlam (2010) trouve que le prix a un impact positif sur la production d'eau et énonce qu'une politique de prix optimal peut soutenir les efforts de réduction du manque d'eau. Son analyse est basée sur les possibilités de réutilisation des profits réalisés par la structure en charge de la production, pour faire des investissements dans le but d'accroître son niveau de production d'eau potable. En outre Benachenhou (2005), Boukhari et al. (2011) et Younes (2014) ont testé l'efficacité de la tarification du m³ sur la production de l'eau potable en Algérie et en Tunisie. Les différents résultats montrent que le prix du m³ résultant de cette tarification ne favorise pas la production efficace de l'eau potable par les entreprises publiques en charges de la production de l'eau potable et de l'assainissement eu égard au coût de production.

Boukhari, et Miras. (2019), ont mené une étude similaire pour le département de Souk-Ahras sur les données financières de ADE et ONA en introduisant dans leur modèle économétrique d'autres variables telles que la pression démographique, les abonnés, les volumes d'eau (produit, distribué, facturé, recouvré), les coûts de fonctionnement (hors

investissement), les recettes HT (eau et assainissement), les subventions, et le facteur temps. Ils ont trouvé qu'en plus du tarif du m³ d'eau potable, la croissance démographique a un effet négatif sur la performance économique des entreprises. Cette contreperformance est la principale cause de leurs dépendances à la subvention publique. Pour remédier à cette dépendance, les auteurs proposent une révision tarifaire à la hausse du prix du m³ d'eau potable en fonction de la qualité du service. Ils préconisent que ce nouveau prix permettra une fourniture permanente de l'eau potable car approprié pour permettre à ces entreprises de couvrir les charges d'exploitation, d'investissement, de réhabilitation, et le renouvellement des infrastructures. Le principal problème que pose une telle tarification et la non prise en compte par les auteurs de l'effet inverse du prix, qui est une fonction décroissante de la consommation car un tarif trop élevé peut conduire les consommateurs à diminuer leurs consommations ou à choisir d'autres sources d'approvisionnements, ce qui pourrait empêcher l'atteinte de l'objectif visé.

3.3. L'importance des investissements et du management

Un travail typique sur les déterminations de l'offre d'eau potable a été effectué au Cameroun par Nkengfack et al. (2017). Ces auteurs cherchent les causes de l'inefficacité de la société en charge de la production, du transport, de la distribution et de la commercialisation de l'eau potable. En utilisant les moindres carrés ordinaires sur les données temporelles pour estimer un modèle linéaire générale, ils trouvent que pour le Cameroun, le prix du m³ d'eau potable n'a aucun effet sur la production mais plutôt que cette production est incitée par les investissements et la taille de la population.

Bah et al. (2007) suggèrent que la solution idéale est la privatisation.

En somme, bien que les études empiriques sur les déterminants de l'offre d'eau potable soient peu nombreuses, elles concourent au consensus que le tarif, la croissance démographique, l'investissement et les effets du réchauffement climatique sont les principaux facteurs qui expliquent les problèmes de crise hydrique.

4. Méthodologie

Cette section présente la méthodologie utilisée dans cette étude. Elle est structurée en trois (3) sous-sections : la première aborde le fondement théorique du modèle, la seconde est consacrée à la spécification empirique et la troisième traite les variables ainsi les sources de données utilisées.

4.1. Fondement théorique du modèle

L'analyse économétrique est basée sur la modélisation du comportement d'un agent économique (le producteur) dont la forme fonctionnelle est de type Cobb-Douglas, formulée comme suit.

$$Y = A \prod X_i^{\alpha_i} \quad (1)$$

avec $0 < \alpha < 1$, et $\sum \alpha_i = 1$.

où Y est la production, X_i l'ensemble des facteurs de production (Capital et le travail) et A le progrès technique, Arrow et al. (1961) ont développés la fonction de production à élasticité de substitution constante (CES) dont la formule est :

$$Y = A \left[\sum_i^n \alpha_i X_i^{-\beta} \right]^{-\frac{1}{\beta}} \quad (2)$$

avec $-1 < \beta < \infty$ et $\sum \alpha_i = 1$.

Nkengfack et al. (2017), analysent les déterminations de l'offre d'eau potable au Cameroun en utilisant une régression linéaire des séries chronologiques classiques basée sur la fonction de production de type Cobb-Douglas ajustée dont l'équation s'écrit sous la forme suivante :

$$Y = \mu + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + \varepsilon \quad (3)$$

Diewert (1971), Christensen et al. (1971) ont critiqué la constance de l'élasticité de substitution. Ils ont proposé par la suite la fonction de production translog et dont les élasticités des facteurs de production et les rendements dépendent du niveau d'utilisation des facteurs (Eric Heyer et al, 2004). La forme flexible s'écrit :

$$\ln(y) = \beta_0 + \sum \beta_i \ln(x_i) + \sum \sum \beta_{ij} \ln(x_i) \ln(x_j) \quad (4).$$

Des critiques faites à cette forme flexible, vont amener des auteurs contemporains à sectorialiser la fonction de production qui était jusque-là généralisée en termes de produit intérieur brut ou à la production des grandes firmes. Ces travaux ont touché la production des secteurs de portée économique et sociale tels que l'offre d'eau potable approximée par la production d'eau potable, la production d'électricité et la production agricole. Parmi eux Ali Chebil (2002) a estimé l'efficacité technique des exploitations céréalières de la plaine de Sers en Tunisie. Son modèle est une fonction log-log et s'écrit comme suit :

$$\text{Log } Y_i = \text{Log } A + \beta_1 \text{Log}(M_i) + \beta_2 \text{Log}(L_i) + \beta_3 \text{Log}(E_i) + \beta_4 \text{Log}(PC_i) + \beta_5 \text{Log}(AT_i) + \beta_4 \text{IS} + U_i \quad (5)$$

Les variables exogènes sont respectivement : la constante mesurée par la productivité globale des facteurs, le nombre d'heures de mécanisation utilisé durant le cycle de production, le nombre de jours de travail salarié et familial, la quantité de fertilisant utilisée, l'effet de la précédente culture sur la production actuelle, l'effet de l'accès à la terre et le pourcentage de semence certifiée utilisée.

4.2. Spécification empirique du modèle

La spécification de notre modèle empirique est une suite logique des développements théoriques qu'ont subis la fonction de Cobb-Douglas et est inspiré de celui de l'équation (3) pris dans sa forme logarithmique car selon Eric Heyer et al (2004), « l'élasticité d'un facteur mesure le pourcentage d'augmentation de la production induit par l'accroissement d'un point de pourcentage de ce facteur. La généralisation à l'ensemble des facteurs correspond au rendement d'échelle qui est la somme des élasticités des facteurs ». La forme log-log a l'avantage de permettre l'interprétation directe des

coefficients comme des élasticités. Ainsi l'équation résultante est l'équation (6) ci-dessous, qui a été estimée par la méthode des moindres carrés ordinaires.

$$\text{Log}Y_t = A + \beta_1 \text{Log}(INV_t) + \beta_2 \text{Log}(CONST_t) + \beta_3 \text{Log}(POPUR_t) + \beta_4 \text{Log}(TM_t) + \varepsilon_t \tag{6}$$

4.3. Présentation des variables, la source des données utilisées et leurs étendues

Dans notre modèle empirique, A est la constante, les variables utilisées sont comme indiqué dans l'équation (6), à la suite de la variable endogène Y_t : qui est l'offre d'eau potable approximée par la production annuelle d'eau potable ; INV_t : l'investissement annuel ; $CONST_t$: la consommation annuelle de l'ensemble des usagers de l'eau potable ; $POPUR_t$: la taille de la population urbaine; TM_t : le tarif moyen appliqué qui est le proxi du prix moyen du m³ d'eau appliqué par la SEG et ε_t le terme d'erreur. L'estimation d'une équation économétrique telle que l'équation (6) nécessite la présence des données sur plusieurs périodes.

Dans le cadre de cet article, la période d'étude est de 1996 à 2019. Les sources des données sont la base de données de la SEG, le *Word Development Indicator (WDI)* de la Banque mondiale, de l'Institut National des Statistiques de la Guinée (INS) et du Ministère de l'Administration du Territoire et de la Décentralisation. Ceux-ci nous ont permis d'avoir les données de la production annuelle de l'eau, de la consommation totale d'eau des différents usagers, le tarif moyen et la population urbaine disponibles sur la période d'étude. Pour la variable investissement, les données ne sont disponibles que sur dix (10) ans de 2010 à 2019.

Pour la reconstitution des données manquantes, nous avons utilisé la méthode de calcul du taux de croissance annuel dont la formule est la suivante : $y_n = (1 + t)^n y_0$ (7), et $t = \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_0}} - 1$ (8) ; ici y_n : est la valeur de la variable considérée à l'année n ; y_0 : désigne la valeur de la variable considérée à l'année de base ; t : est le taux de croissance annuel moyen de la variable considérée ; n : est le nombre d'années. L'application de cette méthode de calcul dont le résultat est consigné dans le tableau 3, nous a permis de construire notre base de données avec cinq (5) variables sur une période de 24 ans, soit un total de cent vingt (120) observations.

Tableau 3 : Valeur du taux de croissance annuel moyen de l'investissement

N°	Variable	Taux de croissance (t en %)
1	Investissement	0,0329

Source : Calcul de l'auteur (2021) à partir des données disponibles

5. Présentation et analyse des résultats économétriques (3 pages)

Cette section présente les résultats des différents tests ainsi que les discussions des résultats des estimations.

5.1. Tests statistiques

Afin d'éviter une estimation fallacieuse, les tests de Dickey Fuller augmenté (ADF) et de Phillips-Perron ont été effectués sur toutes les variables pour vérifier la stationnarité des variables du modèle. Les résultats aboutissent à la disparité des ordres d'intégration des variables, d'où le recours au test de cointégration de Johansen avec comme hypothèse nulle H_0 : Non cointégration (rang de cointégration vaut zéro) ; et comme hypothèse alternative : H_1 : Cointégration (rang de cointégration ≥ 1). Les résultats dans le tableau 4 montrent que le rang de la cointégration est 4. Les variables sont cointégrées au seuil de 5%.

Tableau 4 : Test de cointégration de Johansen

Test	Assumption: No	deterministic	trend in these	Data
Series: LOGYT LOGINVT LOGCONST LOGPOPURT LOGTMT				
Exogenous series: 1				
Warning: Critical values were derived assuming no exogenous series				
Lags interval: 1 to 1				
	Likelihood	5 Percent	1 Percent	Hypothesized
Eigenvalue	Ratio	Critical Value	Critical Value	No. of CE(s)
0.979542	175.2333	59.46	66.52	None **
0.874682	89.66716	39.89	45.58	At most 1 **
0.716921	43.97536	24.31	29.75	At most 2 **
0.463420	16.21068	12.53	16.31	At most 3 *
0.108017	2.514790	3.84	6.51	At most 4

*(**) denotes rejection of the hypothesis at 5% (1%) significance level;

L.R. test indicates 4 cointegrating equation(s) at 5% significance level

Ce résultat indique que le bon modèle à estimer est le modèle à correction d'erreur (ECM) qui permet de mettre en évidence les relations de long terme et de court terme (Oka, 2019 ; Doucouré , 2008). Le modèle Engle-Granger a été utilisé pour estimer l'équation (6) pour le modèle du long terme et l'équation (9) ci-dessous pour modèle à court-terme.

$$D(\text{Log } Y_t) = A + \beta_1 D(\text{Log}(INV_t)) + \beta_2 D(\text{Log}(CONST_t)) + \beta_3 D(\text{Log}(POPURT_t)) + \beta_4 D(\text{Log}(TM_t)) + \beta_5 E_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

Les résultats de ces estimations sont consignés dans les tableaux 6 et 7. Les tests de validation du modèle sont effectués et les résultats dans le tableau 5 montrent respectivement que les erreurs du modèle sont homoscédastiques, non corrélées, les estimations par les MCO sont optimales (*BLUE*) et le modèle est bien spécifié.

Tableau 5 : Résultats des tests de validation du modèle*Tests d'homoscédasticité des erreurs du modèle ECM*

White Test:			
F-statistic	2.526169	Probability	0.065583
Obs*R-squared	15.59293	Probability	0.111893
ARCH Test:			
F-statistic	0.106804	Probability	0.747209
Obs*R-squared	0.116860	Probability	0.732466

Test d'autocorrélation des erreurs (Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test)

F-statistic	2.624089	Probability	0.105388
Obs*R-squared	5.961431	Probability	0.050757

Test de spécification du modèle (Ramsey RESET Test)

F-statistic	2.776841	Probability	0.080156	
Log likelihood ratio	10.73864	Probability	0.013226	
FITTED^2	-12.44314	25.63530	-0.485391	0.6349

Source : Auteur à partir des résultats des estimations

5.2. Discussion des résultats d'estimation

Les résultats de l'estimation du modèle à court terme consignés dans le tableau 6, montrent que 58,59% des fluctuations de l'offre d'eau potable en Guinée sont expliquées par les variables du modèle. L'on observe également que le coefficient de la force de rappel vers l'équilibre est négatif (-0,3407) et inférieur à l'unité en valeur absolue mais significatif, ce qui confirme l'existence d'un mécanisme à correction d'erreur et corrige 34,07% des écarts entre les variations. Autrement dit, le déséquilibre entre le niveau désiré et effectif de l'offre d'eau se réajuste à 34,07%.

A court terme la production d'eau potable est impactée par les variables consommation annuelle d'eau, le tarif moyen appliqué et la population urbaine. Une augmentation de la consommation annuelle d'eau potable dans l'ordre de 10% entraîne un accroissement de la production d'eau de 2,43%. Le tarif moyen appliqué influence également l'offre d'eau potable. A court terme, une révision du prix à la hausse dans l'ordre de 10% améliore la production annuelle d'eau potable de 1,28%. Ces résultats sont contraires à celui de Nkengfack et al. (2017) dans le cas du Cameroun qui ont trouvé que ces deux variables n'ont aucun effet sur l'offre d'eau potable. Alors que le même résultat a été trouvé par Sağlam (2010).

Cependant nous constatons que la variable population urbaine a un coefficient négatif et significativement différent de zéro, de -7,80491. Ceci indique que, l'augmentation de la population urbaine de 1% entraîne une baisse à court terme de la production de 7,80%. Ce résultat est conforme aux travaux de Boukhari et Miras. (2019), en Tunisie, de Silue (2012) et Kra et al. (2016) en Côte d'Ivoire. Ce résultat est paradoxal et plaide en faveur de l'aggravation de la crise hydrique en Guinée. Il peut être expliqué, soit par l'absence du service urbain d'eau potable dans les quartiers périphériques surpeuplés des grandes villes dont les habitants utilisent d'autres sources d'approvisionnement en eau, ou par le

comportement de gaspillage d'eau par les clients et les usagers non déclarés (clandestins).

Ces résultats suggèrent que les politiques de l'offre d'eau potable à court terme doivent s'inscrire dans des optiques d'accroissement de la consommation d'eau de la population urbaine couplées avec des campagnes de sensibilisations dans les quartiers préurbains pour l'adhésion de la population à l'aspect durabilité de l'usage de l'eau potable.

Tableau 6 : Résultat de l'estimation du modèle à court terme

Dependent Variable: D(LOGYT)				
Method: Least Squares; Date: 04/22/22 Time: 03:14; Sample(adjusted): 1997 2019				
Included observations: 23 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.083891	0.505580	-2.143857	0.0468
D(LOGINVT)	0.027671	0.016778	1.649226	0.1175
D(LOGCONST)	0.242604	0.067018	3.619966	0.0021***
D(LOGPOPURT)	-7.804908	3.878428	-2.012390	0.0603*
D(LOGTMT)	0.126724	0.064223	1.973199	0.0650*
ERREURT(-1)	-0.340684	0.141941	-2.400183	0.0281**
R-squared (R ²)	0.585914	Mean dependent var		0.035660
Adjusted R-squared	0.464124	S.D. dependent var		0.060038
S.E. of regression	0.043950	Akaike info criterion		-3.192074
Sum squared resid	0.032837	Schwarz criterion		-2.895858
Log likelihood	42.70885	F-statistic		4.810856
Durbin-Watson stat	1.655504	Prob(F-statistic)		0.006367***

Note : ***, ** et * correspondent respectivement à la significativité statistique de 1%, de 5% et 10%

Source : Auteur (2022) à partir des résultats des estimations

Le tableau 7 ci-dessus présente les résultats de la régression du modèle à long terme. Les coefficients des variables du modèle sont tous positifs et statistiquement significatifs excepté celui de l'investissement et expliquent l'ensemble des variations de l'offre d'eau potable à 98,82% suivant la valeur du coefficient de détermination. Ces résultats montrent que les variables consommation annuelle d'eau, le tarif moyen appliqué et la population urbaine influencent positivement la production d'eau potable par la SEG à des proportions non identiques.

Le coefficient associé à la consommation annuelle d'eau est de 0,299, cela signifie qu'une augmentation de la consommation annuelle d'eau d'une unité entraîne une augmentation de l'offre d'eau potable de 2,99%. Autrement dit, si nous prenons 2019 comme année de référence où la consommation actuelle est de 38,3 millions de m³, elle devrait doublée dans les années à venir, la production d'eau potable devra passer de 66,2 à 86,01 millions de m³.

Tableau 7 : Résultat de l'estimation du modèle à long-terme

Dependent Variable: LOGYT; Method: Least Squares				
Date: 04/22/22 Time: 03:10; Sample: 1996 2019; Included observations: 24				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.557114	1.723552	-2.063828	0.0530
LOGINVT	0.013741	0.019090	0.719785	0.4804
LOGCONST	0.299363	0.060143	4.977520	0.0001 ***
LOGPOPURT	0.312018	0.135856	2.296677	0.0332 **
LOGTMT	0.215447	0.059152	3.642287	0.0017 ***
R-squared (R ²)	0.988256	Mean dependent var		3.744182
Adjusted R-squared	0.985783	S.D. dependent var		0.366683
S.E. of regression	0.043721	Akaike info criterion		-3.238930
Sum squared resid	0.036319	Schwarz criterion		-2.993503
Log likelihood	43.86716	F-statistic		399.7062
Durbin-Watson stat	1.479020	Prob(F-statistic)		0.000000 ***

Note : ***, ** correspondent respectivement à la significativité statistique de 1% et 5%

Source : Auteur (2022) à partir des résultats des estimations

L'élasticité de l'offre d'eau potable par rapport au tarif moyen est égale à 0,215. En comparaison à celle de la consommation, elle a un effet moindre sur l'offre d'eau que la consommation totale. Néanmoins, une augmentation du prix de 10% du prix du m³ d'eau induit une augmentation d'offre d'eau potable à une proportion de 2,15%. Bien évidemment, une augmentation à 100% des prix actuels conduiraient à une augmentation de la production dans l'ordre 14,26 millions de m³. Ce résultat est semblable à celui de Varouchakis, E.A (2017) dans la municipalité de Chania en Grèce. Cet auteurs a trouvé que l'effet du tarif appliqué sur la production d'eau potable était moindre et a suggéré que la fixation du tarif de l'eau potable devrait permettre de couvrir des charges liées à la production, au transport, à la distribution et à la commercialisation de l'eau potable.

L'élasticité de la production d'eau induite par la population urbaine est de 0,312 signifie que la présence d'une personne additionnelle dans les grandes villes de la Guinée entraîne une augmentation du niveau de production de l'eau potable de 0,312 m³. Elle signifie aussi que la capacité annuelle de la SEG à offrir l'eau potable à un individu supplémentaire en milieu urbain est seulement de 0,312 m³. Ce chiffre est très faible et insuffisant, vu le taux de croissance de la population urbaine et du taux d'urbanisation dans les grandes villes en l'occurrence la ville de Conakry. Le coefficient de la population, bien que positif et supérieur en matière de contribution à l'accroissement du niveau de production de l'eau potable en Guinée par rapport aux deux autres variables, reste toutefois très marginale et constitue l'une des causes de l'aggravation du manque d'eau potable dans les milieux urbains en Guinée. Pour pallier cet état de fait, les interventions en termes de politiques pourraient s'inscrire dans la lutte contre l'exode rural en créant les conditions favorables de retour en milieu rural.

Une observation importante dans les deux cas, est la non-significativité du coefficient de l'investissement bien que positif. En effet, aux vu des résultats, l'investissement

n'impacte pas de manière significative la production d'eau potable par la SEG en Guinée, ce qui est contraire non seulement à nos attentes mais aussi à la théorie économique. L'investissement est un facteur important pour la production car il permet l'acquisition, le renouvellement et l'entretien des matériels, des équipements et des infrastructures de production (Fauquert, 2007). Ce résultat peut avoir deux explications, la faiblesse de l'enveloppe financière allouée au secteur (Nkengfack et al, 2017 et M. Bagaga, 2017) et le détournement des enveloppes d'investissement, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas utilisées à des fins d'investissement productif. En conséquence, les enveloppes budgétaires destinées au secteur doivent s'accompagner des contrôles rigoureux basés sur la gestion axée sur les résultats.

6. Conclusion

La République de Guinée fait face à une crise hydrique due à l'inadéquation entre la demande en eau potable croissante et l'offre stagnante. Pourtant, elle est le château d'eau de l'Afrique de l'Ouest avec un potentiel estimé à 20 000 m³ d'eau par habitant / an, constituant un avantage en termes de capacité production. Cet avantage n'est pas suffisamment exploité pour le service de sa population. A travers cette étude, nous analysons les déterminants de l'offre d'eau potable en Guinée dans le but d'appréhender la manière dont ils affectent individuellement et collectivement la production d'eau potable. Nous avons examiné l'offre urbaine d'eau potable dont la société des eaux de Guinée a la charge des services de production, de transport, de distribution et la commercialisation.

Les résultats issus de l'estimation d'un modèle à correction d'erreur par les MCO montrent que la consommation totale, la population urbaine et le tarif moyen appliqué contribuent positivement à l'offre d'eau potable en Guinée. La mise en place des politiques permettant d'accroître la consommation d'eau potable et la révision tarifaire à la hausse sont essentiels dans le processus de la lutte contre la crise hydrique en Guinée.

La pression démographique urbaine affecte négativement l'offre d'eau potable à court terme et constitue un frein important à la fourniture d'eau potable par la SEG. On constate paradoxalement que l'investissement ne contribue pas à l'offre d'eau potable en Guinée. Ce résultat est à prendre avec précaution par le simple fait que pour les raisons d'indisponibilité de données concernant cette variable, nous avons fait des estimations sur une période de quatorze (14) ans sur 24 par la méthode de calcul du taux de croissance annuel pour pouvoir faire cette étude. Néanmoins le secteur doit faire l'objet d'un intérêt pour l'ensemble des parties prenantes ainsi un accent doit être mis sur l'augmentation de la part du budget alloué au secteur suivi par des actions de contrôle rigoureuses.

7. Bibliographie

- Bah A.K., Diallo A., Morin R. (2007). Approvisionnement en eau potable des ménages de Conakry. *Afrique contemporaine 2007/1*, N°221 p225–245.
- Chebil A. (2002). Efficacité technique des exploitations céréalières de la plaine du SersTunisie. *New Medit, 2002 – newmedit.iamb.it* Andréassian V. (2004). *Waters and forests: from historical controversy to scientific debatel. Journal of Hydrology 291* (2004) 1–27.
- Artelia Group (2013). *Établissement d'un diagnostic et d'un plan de renforcement dans le secteur urbain de l'eau potable en Guinée*. Document final.
- Arrow, K. J., Chenery, H. B., Solow, R. M. (1961). Capital-labor substitution and economic efficiency. *Review of Economics and Statistics*. Vol 43, N°3 pp. 225-250.
- Bates B., Kundzewicz Z., Wu S., Palutikof J. P. (2008). *Climate Change and Water. Geneva, 210 pp., IPCC Secretariat, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- Appleton A., Chatterjee A. (2001). Innovative strategies for water and sanitation for the poor. *Int. Conf. Freshwater, Bonn, 2001.*
- Benachenhou, A. (2005). *Le prix de l'avenir. Le développement durable en Algérie*. Ed. Thotm, paris, 67
- Ministère de l'hydraulique (2007). *Rapport du ministère de l'hydraulique. République de la Guinée : Bilan hydrique.*
- Boukhari S., Y. Djebbar, A. Guedri Et A.K. Guebail (2011). The impact of actual water pricing in Algeria on the environmental dimension of sustainable development. *J. Mater. Environ. Sci., 2*, 427-432.
- Boukhari S., de Miras C. (2019). Performance économique des services d'eau potable et d'assainissement en Algérie, cas de Souk-Ahras. *Revue des sciences de l'eau*, 32, (1), 53–66.
- Cabinet Merlin (2019). *Études du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable (AEP) du Grand Conakry et de modélisation hydraulique du réseau. Projet urbain eau de Guinée, rapport de synthèse mission 4*. Réf doc : 01181508- 108- ETU- ME- 1– 012.
- Christensen L.R., Jorgenson D.W., Lau L.J. (1971). Transcendental Logarithmic Production Function. *American Economic Review*, pp. 367-383.
- Dickey D., Fuller W., (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. *Journal of the American Association*, Vol.74, N° 366.
- Diewert, W. E. (1971). An application of the Sheppard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function. *Journal of Political Economy*, 79, 481-507
- Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH) (2019). *Rapport*
- Doucouré F.B, (2008). *Méthodes économétriques + programme, cours - Application – corrigés : Logiciels Eviews, stata et SPSS. FSEG, UCAD*

- Dracup JA, Vicuna S, Leonardson R, Dale L et Hanemann M (2005): Climate change and water supply reliability, *California Energy Commission*, PIER Energy-Related Environmental Research, CEC-500-2005-053.
- Engle R. F., Granger C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica* Vol. 55, No. 2 pp. 251-2760
- Foe, B. (2008). Changement climatiques, accès à l'eau potable et santé publique : entre réalités et perspectives en Afrique. *Document de recherche*. 16 p.
- Harris J. M., Roach B. et Codur A. M. (2014). *L'Economie du Changement Mondial*. Global Development and Environment Institute, Tufts University, Medford, MA 02155
- Hayhoe K. (2004). Emissions pathways, climate change, and impacts on California ‘‘; *P. Natl. Acad. Sci. (PNAS) USA*, 101(34) : 12422-12427.
- Georgakakos K. P, O'Hara J. K. (2008). Quantifying the urban water supply impacts of climate change. *Water Resources Management*, 22, 1477–1497, 2008.
- G. Fauquert (2007). *Les déterminants du prix des services d'eau potable en délégation. Contribution à la régulation locale des services publics de l'eau potable*. Sciences de l'environnement. Thèse AgroParis-Tech Engref Montpellier, 2007. Français. tel-02589502f
- Heyer E., Pelgin F. et Arnauld S. (2004). Translog ou Cobb-Douglas ? Le rôle des durées d'utilisation des facteurs : Une analyse économétrique à partir de données d'entreprises industrielles françaises sur la période 1989-2001. *Document de travail 2004-19 de la Banque du Canada*, Mai 2004.
- Nkengfack H., Noubissi D.E., Kamajou F. (2017). Analyse des déterminants de l'offre de l'eau potable au Cameroun. *hal-01510111*.
- Hydro China International Engineering Co, LTD. (2009) Rapport.
- INS (2018), Annuaire statistique 2018. Institut national des statistiques. www.stat-guinee.org
- INS (2019), Annuaire statistique 2019. Institut national des statistiques. www.stat-guinee.org
- Islam M. S., Aramaki T. et Hanaki K. (2005): —Development and application of an integrated water balance model to study the sensitivity of the Tokyo metropolitan area water availability scenario to climatic changes ‘‘; *Agricultural Water Management*, 19, 423–445, 2005.
- Kra K. J., Koffi Y. S., Alla K.A. (2016). La ville de Korhogo à l'épreuve de l'approvisionnement en eau potable. *in Humanitas* N ° 15, pp. 129 -149.
- Leontief Wassily (1936), « Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States », *The Review of Economic Statistics*, 18(3), p. 105-125.
- Bagaga M. (2017) : Rôle des institutions dans les flux d'IDE entrants en Guinée, *West African Journal of Monetary and Economic Integration*, West African Monetary Institute (WAMI), 17(2) : 81-101.
- Mondésir T, K., Kambiré B., Anoh K.P. (2018). Le stress hydrique dans la ville de Gagnoa au centre ouest de la Côte d'Ivoire. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, N° 2, pp 75-89.

- Noubissi D. E. (2016). *Impact du changement climatique sur le coût de l'offre de l'eau potable : une étude de cas dans la ville de Douala au Cameroun*. Thèse de doctorat en économie des politiques publiques ; spécialité économie de l'environnement, Université de Dschang, 203p. <https://harl.science/tel-01471292>.
- OKA, F. (2019). *Analyse quantitative des politiques commerciales : modèle linéaire général, détection et corrections des anomalies ; les modèles à correction d'erreur les modèles de panel*. TRAPCA, TRP503 (12/07/2019 – 17/07/2019), Arusha ; Tanzanie.
- ONU (2000). *Rapport du sommet du millénaire tenu du 6 au 8 septembre 2000*. Rapport pour le millénaire A/54/2000.
- Ministère du Plan et de la Coopération Internationale (2017). *Plan National de Développement Economique et Sociale (PNDES) 2016- 2020. Volume 1 - Document Principal*. Février 2017. République de Guinée.
- Ruth M., Bernier C., Jollands N. et Golubiewski N, (2007). Adaptation of urban water supply infrastructure to impacts from climate and socioeconomic changes: the case of Hamilton, *New Zealand. Water Resource Manag. 21:1031–1045*
- Sağlam, Y. (2010). Optimal Pricing of Water: Optimal Departures from the Inverse Elasticity Rule. *Working paper, School of Economics and Finance, Victoria University of Wellington*.
- Silue Pébanagnan David (2012). *Impact socio-spatial des retenues d'eau dans le nord de la Côte d'Ivoire : cas de la région des savanes*. Thèse de Doctorat en Géographie des Mers et exploitation des océans, Université de Cocody Abidjan, 338 p
- Simonovic S.P., Li L.H. (2004): —Methodology for assessment of climate change impacts on large-scale flood protection system“, *J. Water Res. Pl.-ASCE, 129(5), 361–371*.
- Smets H. Le droit de chacun à l'eau. In: *Revue Européenne de Droit de l'Environnement*, n°2, 2002. pp. 129-170; doi : <https://doi.org/10.3406/reden.2002.1482>
- Varouchakis, E.A., 2017. Spatiotemporal geostatistical modelling of groundwater level variations at basin scale: a case study at Crete's Mires Basin. *Hydrology Research* 49(4), 1131-1142.DOI:10.2166/nh.2017.146
- Xu Z, X., Chen Y.N., Li J.Y. (2004). Impact of climate change on water resources in the Tarim river basin“, *Water Resour Manag* 18:439–458
- Younes, B, Z. (2014). *Gestion durable de l'eau résidentielle et tarification incitative en Tunisie : essais économétriques*. Thèse de doctorat en sciences économiques, Université de Rennes 1 sous le sceau de l'Université Europ