

Analyse de l'efficience des établissements publics de soins de santé au Cameroun

Analysis of the efficiency of healthcare facilities in Cameroon

Ousmanou ABALI¹, Mohammadou NOUROU²

¹*Faculté des sciences économiques et de gestion, Université de Maroua, Maroua, Cameroun*

²*Faculté des sciences économiques et de gestion, Université de Garoua, Garoua, Cameroun*

Résumé : L'objectif de cette étude était d'analyser le niveau d'efficience des établissements publics de soins de santé au Cameroun. Elle utilise les données au niveau de trois catégories d'hôpitaux publics (les centres de santé intègre, centres médicaux d'arrondissements et les hôpitaux de district). Elle emploie la méthode de l'enveloppement des données (DEA) pour déterminer les scores moyens d'efficience technique dans les différentes catégories d'hôpitaux. Les résultats relèvent tout d'abord que plus de la moitié des établissements publics de soins de santé présentent une inefficience technique pure. Ensuite ils relèvent également que les centres de santé intégrés (CSI) et Centres médicaux d'arrondissements (CMA) sont techniquement plus efficaces que les hôpitaux de district (HD). Et enfin ils relèvent que les établissements publics de santé en milieu rural se montrent plus efficaces que ceux du milieu urbain.

Mots-clés : Efficience, établissement de soins de santé, analyse développement des données (DEA), Cameroun.

Codes JEL : I10, H21, H50

Abstract: The objective of this study was to analyze the level of efficiency of public healthcare facilities in Cameroon. It uses data from three categories of public hospitals (integrated health centers, district medical centers, and district hospitals). It employs the Data Envelopment



Analysis (DEA) method to determine the average scores of technical efficiencies in the different categories of hospitals. The results firstly indicate that more than half of the public healthcare facilities exhibit pure technical inefficiency. Furthermore, they also indicate that integrated health centers (IHC) and district medical centers (DMC) are technically more efficient than district hospitals (DH). Finally, they note that public healthcare facilities in rural areas show greater efficiency than those in urban areas.

Keywords: Efficiency, healthcare facility, Data Envelopment Analysis (DEA), Cameroon.

JEL classification : I10, H21, H50

1. Introduction

La recherche d'efficience dans les soins de santé est devenue un objectif clé pour les décideurs politiques du monde entier. Les politiques de santé visent à établir des systèmes de soins efficaces, essentiels pour atteindre la Couverture Sanitaire Universelle (OMS, 2019). En d'autres termes, il s'agit d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles pour améliorer la performance des services de santé et de les lier davantage aux résultats obtenus. Il s'agit également, compte tenu des tensions entre les besoins financiers et les ressources mobilisables, de dégager des ressources grâce à des gains d'efficience pour financer les besoins de santé à l'avenir. En effet, une amélioration significative de la situation sanitaire pourrait être atteinte si le financement de la santé est assuré par des gains d'efficience.

Dans ce contexte, le Cameroun a consacré d'importants moyens de l'Etat pour l'amélioration de l'offre de services et soins de santé. Comme plusieurs pays africains le Cameroun a adhéré à la plupart des politiques sanitaires adoptées sur le plan international et a dû adapter sa politique nationale de santé, afin de s'arrimer aux objectifs du millénaire pour le développement (OMD) et aux objectifs du développement durables (ODD). La mise en œuvre de toutes ces politiques a nécessité une mobilisation de ressources humaines, financières et infrastructurelles. La part du budget de l'Etat allouée au ministère de la santé a connu une amélioration, elle est passée de 3,8% en 2008 à 6% en 2015 (lois de finance 2008-2015). Pour ce qui est des ressources infrastructurelles du secteur de la santé, il y a une amélioration de la couverture sanitaire. Le nombre d'établissements publics de santé a connu une tendance à la hausse ces dernières années.

Mais, cette tendance à la hausse des ressources dans les établissements publics de santé contraste avec les résultats médiocres encore observés en termes de fréquentation et de qualité de la prise en charge. En effet, la première enquête nationale sur le suivi des dépenses publiques dans le secteur de la santé révèle par exemple que dans les villes de Douala et du Sud-ouest, la population enquêtée préfère fréquenter les établissements privés de santé : 55,6% et 53,6% respectivement. Ce constat est interrogateur lorsqu'on sait que les établissements publics de santé disposent en général d'un plateau technique plus relevé, des enveloppes budgétaires sans cesse en augmentation, des effectifs élevés de médecins et d'infirmiers et pratiquent des prix relativement moins élevés.

Ainsi cette étude se propose donc d'explorer et d'évaluer l'efficacité des établissements de santé au Cameroun en utilisant une méthodologie rigoureuse et adaptée au contexte. En analysant l'efficacité des établissements de santé au Cameroun, cette étude contribuera à la compréhension des défis auxquels le système de santé est confronté et à l'identification de stratégies pour optimiser l'utilisation des ressources et améliorer la qualité des soins. Les résultats de cette recherche pourront servir de base pour l'élaboration de politiques et de programmes visant à renforcer le système de santé au Cameroun et à garantir l'accès équitable aux soins pour tous les citoyens.

La suite de cet article est organisée comme suit : La deuxième section présente la revue de la littérature, notamment les fondements théoriques et les études empiriques. La troisième section, présente la méthodologie. La quatrième section est consacrée à la présentation et l'analyse des résultats d'estimation de l'efficacité. Tandis que la dernière section conclut l'article à travers un bref récapitulatif.

2. Revue de la littérature

Il sera question dans cette section de présenter d'une part les fondements théoriques l'analyse de l'efficacité des établissements de santé et d'autres la revue empirique sur l'analyse de l'efficacité des établissements de santé.

2.1. Fondements théoriques

L'analyse de l'efficacité des établissements de santé est une question importante dans le domaine de l'économie de la santé. Depuis le début des années 1980, l'analyse de l'efficacité est régulièrement utilisée pour mesurer et étudier la performance productive des services de santé. Les premières études sur l'efficacité des établissements de santé utilisaient les coûts

comme mesure indirecte de l'efficacité. L'hypothèse implicite était que si les coûts baissent ou sont maîtrisés, l'efficacité augmente. Cette hypothèse s'est révélée incorrecte car, une maîtrise des coûts peut être le résultat d'une réduction de l'inefficacité, mais aussi le résultat d'une réduction du nombre ou de la qualité des services ou encore le résultat d'un remplacement des productions plus coûteuses par des produits moins coûteux (Rosko et Mutter, 2008). Un examen de la mesure directe de l'efficacité s'est donc révélé important parce qu'il constitue une étape qui conduit vers une utilisation rationnelle des ressources dans les établissements de santé.

Initialement, la mesure directe de l'efficacité des établissements de santé est estimée par les ratios de services comme la durée du séjour, le taux d'occupation des lits et le taux de rotation des lits (Zere et al., 2006). Ces indicateurs montrent la capacité de l'établissement de santé à utiliser les ressources disponibles. Ils peuvent aussi donner une indication sur la qualité des soins. Par exemple, les durées de séjour des patients prolongées au-delà de ce qui est nécessaire médicalement, impliquent une consommation des ressources qui auraient pu servir à d'autres patients. Les établissements de santé qui sont donc à moitié pleins et qui consomment plus d'intrants que l'exige le nombre de patients qu'ils traitent gaspillent les ressources.

Une autre mesure directe de l'efficacité des établissements de santé s'inspire des techniques économétriques notamment des moindres carrés ordinaires (OLS) ou des moindres carrés ordinaires corrigés (COLS). Ces méthodes directes ont aussi présenté des insuffisances : les ratios constituent des critères arbitraires liés à l'efficacité ; la méthode des moindres carrés ordinaires implique une perte d'information causée par l'utilisation des moyennes et la méthode des moindres carrés ordinaires corrigés ne donne pas une frontière issue des données mais plutôt une frontière dérivée de la régression des moindres carrés ordinaires (Kumbhakar et Lovell, 2000).

Pour surmonter les difficultés associées à ces méthodes, les techniques de frontière paramétrique et non paramétrique ont été développées. La mesure de l'efficacité est considérée dans ce cas comme la distance entre la performance de la firme et la meilleure performance sur la frontière (Rosko et Mutter, 2008).

Il y a une abondante littérature empirique qui évalue l'efficacité des établissements de soins de santé à partir des frontières paramétriques et non paramétriques. Nous allons faire ici une brève présentation de la littérature sur les applications des techniques de frontières paramétriques et non paramétriques à l'analyse de l'efficacité des établissements de santé

2.2. Examen des preuves empiriques

Venant à la revue empirique les études diffèrent selon les méthodes de mesure utilisées à savoir : la mesure de l'efficacité des établissements de santé avec l'approche paramétrique et la mesure de l'efficacité des établissements de santé avec l'approche non paramétrique.

2.2.1. Mesure de l'efficacité des établissements de santé avec l'approche paramétrique

La première application de la frontière de production stochastique aux établissements de santé a été publiée par Wasgstaff (1989), qui a examiné l'efficacité de 49 hôpitaux espagnols. Blank et Eggink (2004), analysent l'efficacité des hôpitaux néerlandais en utilisant un modèle de frontière stochastique pour distinguer entre l'efficacité technique et allocative ; Greene (2004), qui analyse l'efficacité technique des hôpitaux de plusieurs pays en distinguant entre l'hétérogénéité et l'efficacité ; Rosko (2001) et Zuckerman et al. (1994), qui adoptent une frontière de coût stochastique pour analyser les hôpitaux américains.

Gannon (2005) a examiné l'efficacité technique de 43 hôpitaux en Irlande comprenant 22 hôpitaux de comté et 13 hôpitaux régionaux en utilisant l'analyse de frontière stochastique (SFA) pour la période 1995-2000. L'analyse a révélé des inefficiences élevées avec une efficacité technique moyenne de 0,63 pour les hôpitaux de comté et de 0,60 pour les hôpitaux régionaux/généralistes. Cela a été attribué au fait que SFA peut faire la distinction entre les erreurs aléatoires et l'inefficacité. L'étude a montré que le type d'hôpital influençait l'efficacité, les hôpitaux régionaux/généralistes présentant des niveaux d'efficacité technique plus élevés que les hôpitaux de comté.

Delavari et al. (2016), ont mené une étude transversale et rétrospective qui a évalué la performance de 12 Hôpitaux Universitaires du Kurdistan entre 2007 et 2013. La méthode de l'analyse de la frontière stochastique (SFA) a été utilisée pour atteindre cet objectif. Le nombre de lits actifs, d'infirmières, de médecins et d'autres membres du personnel ont été considérés comme des variables d'entrée, tandis que l'admission des patients a été considérée comme la sortie. L'efficacité technique moyenne des hôpitaux étudiés était de 0,67. Les résultats de la fonction de production Cobb-Douglas ont montré que l'élasticité maximale était liée aux lits actifs et que l'élasticité des infirmières était négative. En outre, le rendement d'échelle était croissant. Les résultats de cette étude indiquent que les performances des hôpitaux n'étaient pas appropriées en termes d'efficacité technique. En outre, la capacité de production des hôpitaux a augmenté d'environ 33 % par rapport à celle des hôpitaux les plus efficaces étudiés.

Kasa et al. (2020), ont estimé l'efficacité technique de la production sanitaire dans tous les établissements de santé de Haïti. Ils ont utilisé l'analyse des frontières stochastiques (SFA)

sur les données de l'enquête sur l'évaluation de la prestation de services en Haïti de 2013. Le modèle a été spécifié avec les formes fonctionnelles Cobb-Douglas (CD) et Translog (TL). Les résultats montrent que le nombre d'agents de santé et le niveau de préparation des services des établissements de santé ont un lien positif et significatif avec les consultations externes positive et significative avec les consultations externes.

Aghlmand et al. (2022), ont évalué l'efficacité technique et économique des laboratoires de diagnostic médical dans les hôpitaux affiliés à l'Université des Sciences Médicales d'Urmia (UUMS) en Iran en 2016. Pour atteindre cet objectif, ils ont estimé la fonction de production et de coût à l'aide de la méthode d'analyse de la frontière stochastique (SFA), en supposant une minimisation des intrants pour 2016. Les scores moyens d'efficacité technique et économique des laboratoires de diagnostic ont été déterminés comme étant respectivement de 93,1 % et 51,9 %. Les résultats montrent bien que l'efficacité économique moyenne des laboratoires de diagnostic des hôpitaux étudiés soit élevée, l'efficacité de ces unités peut encore être augmentée, compte tenu du coût des intrants au moment de l'allocation des ressources.

Cependant, la plupart des études sur les soins de santé ont analysé l'efficacité des établissements de soins de santé à l'aide d'une méthode non paramétrique appelée DEA (Nedelea et al, 2010).

2.2.2. Mesure de l'efficacité des établissements de santé avec l'approche non paramétrique

La première étude qui applique la technique DEA à l'analyse de l'efficacité des établissements de santé a été publiée en 1983 (Hollingsworth, 2008). Depuis lors, l'utilisation de la méthode DEA pour mesurer l'efficacité des établissements de santé est répandue et gagne certainement en popularité.

Gruca et Nath (2001) ont utilisé l'analyse d'enveloppement des données (DEA) pour évaluer les efficacités de 168 hôpitaux communautaires en Ontario, Canada. Cette étude a révélé que de petits les hôpitaux, c'est-à-dire ceux de moins de 100 lits, avaient la plus grande efficacité technique moyenne note de 0,79. Les hôpitaux de taille moyenne, c'est-à-dire ceux ayant une capacité de 100 à 350 lits, disposaient une efficacité technique de 0,71 alors que les grands hôpitaux de plus de 350 lits avaient une efficacité technique efficacité de 0,69. Cette étude a également montré que l'emplacement influençait l'efficacité technique les hôpitaux des zones rurales affichant l'efficacité technique la plus élevée, soit 0,77. Hôpitaux situés dans

les zones urbaines ont présenté des résultats mitigés, cependant, les hôpitaux qui desservent une population de plus de 500 000 avaient l'efficacité technique la plus faible de 0,58.

Kirigia et al. (2002) a mené une étude sur 54 hôpitaux au Kenya dans laquelle la DEA a été utilisée pour mesurer l'efficacité technique. Les résultats de l'étude ont indiqué que 74 % des hôpitaux évalués avaient une efficacité technique de 100 %. En outre, le score moyen d'efficacité technique des hôpitaux inefficients était de 84 %, ce qui indique que ces hôpitaux pourraient produire une production similaire avec 16 % d'intrants en moins.

Ichoku et al. (2011) ont utilisé l'analyse de l'enveloppement des données pour établir l'efficacité technique de 200 hôpitaux du sud du Nigeria. Cette étude a montré une inefficacité technique dans ces hôpitaux. Selon la méthode des rendements d'échelle constants (CRS), le score d'efficacité technique moyen a été établi à 59 %, tandis que selon la méthode des rendements d'échelle variables, le score d'efficacité technique moyen a été établi à 72 %.

Roh et coll (2013) ont évalué l'efficacité technique de 114 hôpitaux communautaires du Tennessee utilisant la DEA. Ces hôpitaux ont été classés selon leur taille en fonction de la capacité en lits. Cette étude a montré que l'efficacité technique moyenne la plus élevée de 95,6 % a été observée dans les grands hôpitaux, suivis par les hôpitaux de taille moyenne (95,5 %) et les petits hôpitaux avaient une efficacité technique de 82,2 %. Cette étude a également montré que les hôpitaux ruraux avaient une efficacité technique globale plus élevée de 88,8% par rapport aux hôpitaux urbains qui avaient une efficacité technique globale moyenne de 78,7%.

Jéhu-Appiah et al. (2014) a mené une étude de 128 hôpitaux au Ghana en utilisant la DEA suivie d'une régression Tobit. L'étude a révélé une inefficacité technique, avec seulement 24 % des hôpitaux évalués présentant une efficacité technique de 100 %. Parmi les hôpitaux évalués, 71 d'entre eux, soit 56,2%, avaient une efficacité technique inférieure à 50%. L'étude a également révélé une association entre la propriété et efficacité technique. Le score moyen d'efficacité technique par catégorie de propriété était respectivement de 83,9%, 70,4%, 68,6%, 68,6% et 55,8% pour les hôpitaux quasi-publics, les hôpitaux publics, les hôpitaux de mission et les hôpitaux privés. Les hôpitaux appartenant à des entités quasi gouvernementales présentaient une association positive avec l'efficacité technique, tandis que la propriété privée présentait une association négative.

Kakeman et al. (2015) ont évalué le niveau d'efficacité technique de 52 hôpitaux de Téhéran, en Iran, utilisant la DEA. L'étude a montré qu'environ 31,5 % étaient techniquement

efficient. Environ 29,6 % avaient un score d'efficacité technique inférieur à 70 %. L'étude a révélé que la propriété avait un effet sur l'efficacité technique, les hôpitaux de la sécurité sociale et les hôpitaux privés présentant une efficacité technique supérieure de 84,32 % et 84,29 % respectivement, par rapport aux hôpitaux publics qui avaient une efficacité technique de 79,64 %. Les hôpitaux spécialisés ont également fait preuve d'une efficacité technique supérieure à celle des hôpitaux publics. La capacité en lits affectait également l'efficacité technique, les hôpitaux ayant une capacité en lits plus élevée ayant une efficacité technique accrue ($P = 0,008$). Il n'y avait pas de relation significative entre le type d'hôpital, c'est-à-dire s'il s'agissait d'un établissement d'enseignement ou non.

Ali et al. (2017) a utilisé la DEA, l'indice de Malmquist et la régression Tobit pour évaluer l'efficacité technique de 12 hôpitaux de l'est de l'Éthiopie sur une période de six ans, de 2007/08 à 2012/13. L'étude a révélé différents niveaux d'inefficacité technique au fil du temps. En utilisant des rendements d'échelle variables, l'étude a indiqué que 6, 5, 3, 3, 4 et 3 des 12 hôpitaux évalués se sont révélés efficaces au cours de la période d'étude. De plus, l'étude a montré que les hôpitaux non universitaires faisaient preuve d'une plus grande efficacité que les hôpitaux universitaires. En outre, l'étude a indiqué qu'une proportion plus élevée de patients hospitalisés traités par des médecins, une proportion élevée de médecins par rapport au personnel ainsi qu'un ratio plus élevé de visites ambulatoires par rapport aux jours d'hospitalisation étaient associés à une inefficacité technique moindre.

Atalawi et al. (2020) ont évalué les déterminants de l'efficacité des hôpitaux en Arabie Saoudite. Les hôpitaux dont l'efficacité technique avait été déterminée par la DEA ont été évalués à l'aide de la corrélation de rang de Spearman, de la régression tobit multivariée et d'un modèle en deux parties pour établir les déterminants de l'efficacité technique. L'étude a montré l'association entre la densité de population et l'efficacité technique, c'est-à-dire que les hôpitaux qui avaient une plus grande densité de population avaient une efficacité technique accrue. En outre, elle a révélé l'effet de la variance démographique sur l'efficacité technique. Les hôpitaux qui desservaient une population comptant une proportion plus élevée d'enfants de moins de cinq ans présentaient également une efficacité technique plus élevée. Cela a été attribué à la morbidité plus élevée chez les enfants et au plus grand besoin de services pour les enfants, comme la vaccination. En outre, l'étude a également montré que les hôpitaux qui servaient des populations présentant une proportion plus élevée de maladies infectieuses et ceux

qui servaient un plus grand nombre de patients atteints de maladies chroniques présentaient une plus grande efficacité technique.

Une étude similaire a été réalisée au Kenya en 2004 par Kirigia et al. (2004) qui a évalué 32 centres de santé pour établir l'efficacité technique utilisant la DEA. Cette étude a révélé une inefficacité technique substantielle, avec seulement 44 % des centres de santé évalués présentant une efficacité technique. Les centres de santé inefficaces ont un score technique moyen de 65%, dont 2 centres de santé ont un score inférieur à 50%. Ces résultats impliquent que 35 % des ressources ont été gaspillées, car le centre de santé pourrait produire un résultat similaire avec 35 % d'intrants en moins.

Oyieke et al. (2021) a mené une étude dans le bloc économique de la région des lacs au Kenya pour établir les déterminants de l'efficacité technique. Cette étude a évalué 14 hôpitaux de référence du comté sur une période de cinq ans 2012-2016 et la DEA a été employée pour évaluer l'efficacité technique. Les résultats ont établi un score d'efficacité technique moyen de ces hôpitaux de 0,80 et 0,90 respectivement selon la méthode des rendements d'échelle constants et selon la méthode des rendements d'échelle variables. De plus, l'étude a également évalué l'association entre l'efficacité technique et ses déterminants à l'aide d'un modèle de régression de panel. Elle a révélé qu'il n'y avait aucune corrélation entre l'efficacité technique et le statut pédagogique des hôpitaux, les taux d'occupation des lits et la taille des hôpitaux. Elle n'a également montré aucune corrélation entre la taille de la population du bassin versant et l'efficacité technique, ce qui est contraire aux conclusions d'Ali et al. (2017) Cependant, l'étude a révélé une corrélation inverse entre l'efficacité technique et la durée moyenne de séjour.

Au Cameroun, l'analyse de l'efficacité technique des Formations sanitaires n'a pas fait couler beaucoup d'encre. Les premières études ont davantage porté sur le financement des soins (Amin, 2005 ; Ntangsi, 1998), les effets du paiement direct des soins par les patients sur l'utilisation des hôpitaux publics (Litvack et Bodart, 1993) et l'impact distributif des dépenses publiques sur le secteur de la santé (Kamgnia, 2005). L'évaluation de l'efficacité technique, ainsi que l'analyse des sources de l'inefficacité par la méthode DEA en deux étapes proprement dites ont été réalisées par Nguenda (2012), Zamo et al (2013) et Sama et Bihkongnyuy (2016) abordent également la question avec la même méthodologie et même source de données.

Dans le cadre de notre étude, nous adoptons une approche méthodologique similaire à celle des chercheurs camerounais, en utilisant une source de données différente et dans un

contexte où malgré les investissements en ressources humaines et matérielles alloués au secteur de la santé ces dernières années pour améliorer leur performance, des problèmes persistent (accessibilité physique aux soins de santé limitée et le déploiement du personnel de santé sur l'ensemble du territoire toujours pas optimal).

3. Méthodologie

Les grandes lignes de la méthodologie se résument en deux points à savoir : la description des données et variables et la spécification du modèle.

3.1. Description des variables

Pour générer les niveaux d'efficacité technique des établissements publics de santé, il convient de procéder à une bonne spécification des inputs et des outputs des unités de soins.

Dans le cas des outputs, la définition des outputs des établissements de santé n'est pas aisée, d'abord et avant tout parce que la production des établissements de santé est extrêmement complexe. L'objectif de toute institution de santé est d'améliorer l'état de santé de ses utilisateurs et non pas de produire un certain nombre d'actes médicaux. Idéalement, l'output d'un établissement de santé devrait alors refléter l'amélioration de l'état de santé des individus qui viennent se soigner dans cet établissement de santé. Cependant, mesurer cette valeur ajoutée est loin d'être évident. D'après Steinmann et Zweifel (2003), l'ultime output des établissements de santé est l'amélioration de l'état de santé des patients. Cependant, l'état de santé des patients est difficile à mesurer et ses améliorations ne peuvent être imputables clairement aux services de santé. Il est donc nécessaire de considérer les outputs intermédiaires comme les outputs des établissements de santé. Pour cette raison, certaines études considèrent des variables comme le niveau de morbidité ou de mortalité comme outputs. D'autres études utilisent des indicateurs de santé de la population comme variables d'outputs (Bardey et Pichetti, 2004 ; Liu et al., 2006 ; Spinks et Hollingsworth, 2009).

Une autre catégorie de travaux, sans doute la plus importante, considère les actes médicaux curatifs et préventifs comme outputs. Hollingsworth (2008), rapporte que la majorité des études sur l'efficacité utilisent des quantités physiques d'outputs considérées aux actes médicaux. Ici la spécification la plus couramment utilisée pour étudier l'efficacité technique des établissements de santé suivant l'approche DEA considère comme outputs le nombre de consultations internes et externes, le nombre d'hospitalisations, le nombre d'urgences (Audibert et al., 2007 ; Afonso et Fernandes, 2008).

Pour les inputs, il semble exister un consensus sur l'inclusion de variables comme les différents types de personnel dont les plus communs sont les médecins, les infirmières et les employés auxiliaires. La capacité à produire des soins est généralement mesurée par une prise en compte du nombre de lits ou parfois de la superficie des installations. Les inputs classiques sont donc le travail et le capital. La mesure de plusieurs dépenses comme les dépenses en médicaments, les coûts administratifs, les dépenses de fonctionnement sont aussi considérées comme des variables d'inputs pertinentes à inclure.

Le travail peut être classé en plusieurs catégories. Certains auteurs ne considèrent que deux catégories : les médecins et les autres personnels (Eakin, 1991) ou les infirmiers et les non infirmiers (Folland et Hofler, 2001). D'autres considèrent trois catégories : le staff académique, le staff des infirmiers et le personnel administratif (Steinmann et Zweifel, 2003 ; Yu et Ruolz, 2008). Un autre groupe considère quatre catégories : le staff médical, les infirmiers, les autres personnels de santé et le staff administratif (Scuffham et al., 1996) ou encore le personnel administratif, le personnel non médical, les techniciens et le personnel d'appui (Vita, 1990). En dehors du travail et du capital, le matériel utilisé dans la formation sanitaire constitue aussi une catégorie d'input (Eakin, 1991 ; Scuffham et al., 1996). Le capital n'est pas facilement mesurable contrairement au travail qui est mesuré par des quantités physiques (nombre de travailleurs, nombre d'heures de travail). Pour mesurer le capital, le nombre de lits est communément utilisé comme mesure du stock de capital (Wagstaff, 1989 ; Rosko, 2001). Certains auteurs ajoutent les dépenses, mais cette inclusion peut être critiquée dans la mesure où l'efficacité technique fait appel à la seule capacité de combiner des quantités d'inputs et non à la capacité à utiliser également des inputs au meilleur prix (Audibert et al., 2007).

En Afrique, Osei et al. (2005), ont utilisé un DEA pour estimer l'efficacité technique dans les hôpitaux et centres de santé publics du Ghana. Dans le cas des hôpitaux on note 7 variables au total : 3 outputs et 4 inputs. Les outputs inclus : le nombre de soins maternel et infantile ; le nombre de soins pédiatriques, et le nombre de sorties de patients. Les inputs comprennent : le nombre de médecin ; le nombre de techniciens ; le nombre de personnel d'appui et le nombre de lits. En ce qui concerne, les centres de santé, le modèle compte 6 variables incluant 4 outputs et 2 inputs. Les outputs considèrent : le nombre de soins pédiatriques ; le nombre d'enfants de moins de 5ans vaccinés ; le nombre de visites de soins maternel ; et infantile et le nombre de sorties de patients. Les inputs inclus le nombre de médecin et le nombre de personnel d'appui.

Ainsi dans le cas du Cameroun, les inputs et les outputs sont choisis en s'inspirant des travaux antérieurs sur l'efficacité des établissements de santé et sur la disponibilité des données disponibles :

- **Les inputs retenus** : Effectif personnel soignant ; effectif personnel administratif et d'appui et le nombre de lits disponibles.
- **Les outputs retenus** : Nombre de consultation ; nombre d'hospitalisation et le nombre d'accouchement.

3.2. Spécification du model

Cette étude s'inspire du modèle utilisé par Ferrier et al (2006) et Djema et Djerdjouri (2012), à savoir, la méthode non paramétrique de l'enveloppement des données (DEA). Celle-ci sera utilisée pour déterminer les niveaux d'efficacité des établissements publics de santé au Cameroun. Ce choix est guidé par les raisons suivantes :

Premièrement, comme indiqué par Osei et al. (2005), dans leur étude sur l'efficacité des hôpitaux au Ghana et Valdmanis et al. (2004), dans leur étude sur l'efficacité des hôpitaux thaïlandais, l'application de la méthode DEA est susceptible d'être adaptée au pays à faible revenu. Ils ont montré que l'analyse DEA est utile lorsque vous travaillez en présence d'une insuffisance d'informations sur le secteur de la santé, notamment lorsque les données sur les prix des inputs sont difficiles à trouver.

Deuxièmement, l'autre avantage important de la méthode DEA est qu'elle ne nécessite pas de spécification d'une forme de la fonction de production. Elle peut accueillir simultanément plusieurs inputs et outputs. En plus, elle permet une décomposition de la mesure de l'efficacité en efficacité technique et en efficacité allocative. Enfin, la méthode DEA consomme moins de données que les méthodes économétriques, car elle ne nécessite pas une taille relativement grande des échantillons.

Ne disposant pas d'informations sur les prix des inputs des établissements publics de santé au Cameroun, nous nous sommes intéressés à l'efficacité des établissements publics de santé sous l'angle de l'efficacité technique.

La meilleure façon selon Coelli (1998) d'introduire la méthode DEA est d'utiliser des ratios. Ainsi pour chaque unité de décision de notre échantillon, nous cherchons à obtenir une mesure du ratio de tous les outputs sur les inputs. Soit :

$$\frac{u_k y_{k0}}{v_i x_{i0}} \tag{1}$$

Ainsi, considérons J établissements de santé ($j=1 \dots \dots \dots J$) pouvant être évalués, dont chacun utilise divers quantités x_{ij} , de différents inputs I ($i=1 \dots \dots \dots I=5$), en vue de produire plusieurs quantités y_{ij} , de différents outputs K ($k=1 \dots \dots \dots K=5$). En définissant également u_k et v_i , les poids affectés respectivement au $k^{ième}$ output et au $i^{ième}$ input. Pour sélectionner le niveau optimal des poids, nous définissons le programme mathématique de maximisation suivant :

$$\begin{aligned} &Max \left(\frac{\sum_{s=1}^S u_k y_{k0}}{\sum_{m=1}^M v_i x_{i0}} \right) \\ &S/C \\ &\frac{\sum_{s=1}^S u_k y_{sj}}{\sum_{m=1}^M v_i x_{ij}} \leq 1 \tag{2} \\ &u_k, v_i \geq 0 \\ &Avec j=1, 2, \dots, J \\ &k=1, \dots, 5 ; i=1, \dots, 5 \end{aligned}$$

L’interprétation du programme est donc la suivante : l’efficacité d’un établissement public de santé est obtenue comme un ratio entre outputs et inputs sous la condition que ce même ratio soit égal ou inférieur à 1 pour l’ensemble des autres unités de production. Ceci implique la détermination des valeurs de u_k et de v_i de sorte que la mesure de l’efficacité de la j ème unité de production soit maximale sous contrainte que toutes les mesures d’efficacité soient inférieures ou égale à l’unité.

Le problème avec cette formulation en termes de ratios est qu’elle possède un nombre infini de solutions (Coelli et al, 1998). Pour l’éviter, il faut imposer que le numérateur ou le dénominateur du ratio soit égal à 1 ($v'x=1$). Ainsi le problème devient un problème de maximisation d’outputs pondérés sous la contrainte d’inputs pondérés égaux à 1. On peut réécrire le programme (1) comme un programme multiplicateur :

$$\begin{aligned} &Max_{\mu, v} (\mu' y_0) \\ &s/c \\ &v' x_i = 1 \tag{3} \\ &\mu' y_i - v' x_i \leq 0 \quad \mu, v \geq 0 \end{aligned}$$

En faisant appel à la dualité en programmation linéaire, on peut obtenir l’équivalent du programme (2) sous la forme enveloppe (duale) suivante :

$$Min_{\theta, \lambda} \theta_0$$

$$\begin{aligned}
 & S/C \\
 & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{4}$$

Où x_i et y_i sont des vecteurs colonnes d'inputs et d'outputs pour chacune des J unités de soins.

X et Y sont des matrices d'inputs et d'outputs représentant les données pour toutes les J unités de soins ; θ est un scalaire ; λ est un vecteur de constantes de taille $N \times 1$. Le problème est résolu N fois, une fois pour chaque unité de soins dans l'échantillon et, génère N valeurs optimales de θ et λ .

La valeur de θ obtenue est le score d'efficacité pour l'établissement de santé j et est définie de sorte à être inférieure à l'unité ; l'unité étant la valeur indiquant le point sur la frontière de référence et exprimant la position de l'unité de production techniquement efficiente au sens de Farrell. Chaque score est une mesure relative comprise entre 0 et 1. Un score égal à 1 signifie que l'unité de soins se situe sur la frontière de production. A titre d'illustration, un score d'efficacité à orientation input de 0,8 indique que l'unité de soins pourrait réduire ses inputs de 20% en obtenant les mêmes résultats. De la même manière, un score à orientation output de 0,8 indique que l'unité de soins pourrait améliorer son output de 20% compte tenu de son volume de ressources.

Jusqu'à présent, nous avons raisonné avec une hypothèse de rendements d'échelle constants conformément au modèle de Charnes et al. (1978). L'hypothèse de rendements d'échelle constants est appropriée lorsque toutes les unités de décision opèrent à une échelle optimale. Cependant, les contraintes financières, de réglementation ou de marchés peuvent mener une unité de soins à ne pas réaliser sa production à une échelle optimale. Ce constat a conduit Banker et al. (1984) à étendre la mesure de l'efficacité aux rendements d'échelle variables en introduisant une contrainte supplémentaire de convexité. Ainsi, le modèle Charnes et al. (1978) peut être modifié en tenant compte de l'hypothèse des rendements variables à l'échelle. Cette contrainte supplémentaire fait qu'un établissement de soins inefficace ne peut être comparé qu'à des établissements opérant sur une échelle similaire. Il suffit pour cela d'ajouter une contrainte de convexité $\sum \lambda = 1$ au programme (1.13) ; on obtient :

$$\text{Max}_{\theta, \lambda} \theta_0$$

$$s/c$$

$$-yi + Y\lambda \geq 0 \quad (5)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0$$

$$N'_{i}\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

Où M est un vecteur de dimension $N \times 1$ composé des 1.

4. Discussion des résultats

Nous présentons d'une part les résultats de niveau d'efficience des établissements publics de soins de santé et d'autre part une analyse de l'efficience par une frontière commune.

4.1. Niveaux d'efficience des établissements publics de soins de santé

Un hôpital a une efficience technique pure lorsque le score d'efficience est égal à 1, et une inefficience lorsque ce score est inférieur à 1. Dans le cas d'une efficience, l'hôpital se situe sur la frontière d'efficience alors que dans le cas d'une inefficience, l'hôpital se situe en dessous de la frontière d'efficience. Un hôpital a une inefficience d'échelle, c'est-à-dire une taille sous-optimale, lorsque le score d'efficience est inférieur à 1, et une efficience d'échelle lorsque ce score vaut 1.

4.1.1. Centre de santé intégré

Les résultats de l'efficience technique dans les centres de santé intégrés sont résumés dans le tableau 1.2. Dans ce tableau, on note 89% des centres de santé intégrés publics présentent une inefficience technique pure et 85% une inefficience d'échelle en 2018. L'efficience technique pure donne en moyenne 0,396 en cette date. Ce résultat signifie qu'en moyenne, les centres de santé intégrés publics peuvent augmenter leur production de 60,4% avec le même niveau d'inputs.

Tableau 1.2. Efficience technique dans les centres de santé intégrés

| | Efficience Technique pure | Efficience D'échelle |
|---|------------------------------|-------------------------|
| Moyenne | 0,396 | 0,549 |
| Ecart type | 0,295 | 0,178 |
| Minimum | 0,009 | 0,046 |
| Maximum | 1 | 1 |
| Effectif des CSI sur la frontière d'efficience | 28 | 36 |
| Pourcentage des CSI en dessous de la frontière d'efficience | 89% | 86% |

Source : Auteur

L'efficacité technique pure des centres de santé intégrés est égale à 0,446 en milieu urbain, 0,386 en milieu rural en 2018. Nous observons aussi que les CSI présentent un score moyen d'efficacité relativement plus élevés en milieux rural qu'en milieu urbain. Le tableau 1.3 donne une répartition des scores d'efficacité des centres de santé intégrés publics suivant leur milieu d'implantation.

Tableau 1.3. Scores d'efficacité des centres de santé intégrés selon leur implantation

| | Efficacité technique pure | | |
|---|---------------------------|-------|-------|
| | Urbain | Rural | Total |
| Moyen | 0,386 | 0,446 | 0,396 |
| Ecart type | 0,289 | 0,325 | 0,295 |
| Minimum | 0,024 | 0,009 | 0,009 |
| Maximum | 1 | 1 | 1 |
| Nombre CSI sur la frontière d'efficacité | 6 | 22 | 28 |
| Pourcentage des CSI en dessous de la frontière d'efficacité | 85% | 85% | 89% |

Source : Auteur

4.1.2. Centre médical d'arrondissement

Ces résultats suggèrent qu'en 2018, 79% des centres médicaux d'arrondissement publics présentent une inefficacité technique pure et 88% une inefficacité d'échelle. En cette période, L'efficacité technique pure est estimée à 0,379. Il est donc possible d'augmenter la production de 62,1% tout en conservant le même niveau de facteurs de production. Les résultats de l'efficacité des centres médicaux d'arrondissement sont résumés dans le Tableau 1.4 suivant.

Tableau 1.4. Efficacité des centres médicaux d'arrondissement (CMA)

| | Efficacité technique pure | Efficacité d'échelle |
|---|---------------------------|----------------------|
| Moyenne | 0,379 | 0,730 |
| Ecart type | 0,242 | 0,201 |
| Minimum | 0,064 | 0,262 |
| Maximum | 1 | 1 |
| Effectif des CMA sur la frontière d'efficacité | 9 | 5 |
| Pourcentage des CMA en dessous de la frontière d'efficacité | 79% | 88% |

Source : Auteur

L'efficacité technique pure en 2018, d'après ces résultats, est estimée à 0,412 en milieu urbain et 0,349 en milieu rural. Les résultats montrent que le niveau d'efficacité des CMA en milieux rural est relativement plus élevé qu'en milieu urbain. Nous allons enfin présenter les résultats dans le cas des centres de santé intégrés. Le tableau 1.5 analyse les scores moyens d'efficacité des centres médicaux d'arrondissement publics suivant le milieu d'implantation.

Le tableau 1.5. Scores moyens d'efficacité des CMA selon leur implantation.

| | Efficacité technique pure | | |
|---|---------------------------|-------|-------|
| | Urbain | Rural | Total |
| Moyen | 0,349 | 0,412 | 0,379 |
| Ecart type | 0,235 | 0,251 | 0,242 |
| Minimum | 0,064 | 0,104 | 0,064 |
| Maximum | 1 | 1 | 1 |
| Nombre CMA sur la frontière d'efficacité | 4 | 5 | 8 |
| Pourcentage des CMA en dessous de la frontière d'efficacité | 80% | 78% | 79% |

Source : Auteur

4.1.3. Hôpitaux de district

De ce résultat, on note 89% des hôpitaux district présentent une inefficacité technique pure et 98% une inefficacité d'échelle en 2018. L'efficacité technique pure donne en moyenne 0,501 en cette date. Ce résultat signifie qu'en moyenne, les centres de santé intégrés publics peuvent augmenter leur production de 49,9% avec le même niveau d'inputs. Les résultats de l'efficacité des hôpitaux de district sont résumés dans le Tableau 1.6 suivant.

Le Tableau 1.6. Efficacité des hôpitaux de district.

| | Efficacité technique pure | Efficacité d'échelle |
|--|---------------------------|----------------------|
| Moyenne | 0,501 | 0,549 |
| Ecart type | 0,3 | 0,218 |
| Minimum | 0,002 | 0,193 |
| Maximum | 1 | 1 |
| Effectif des HD sur la frontière d'efficacité | 6 | 1 |
| Pourcentage des HD en dessous de la frontière d'efficacité | 89% | 98% |

Source : Auteur

L'efficacité technique pure des hôpitaux de district en 2018, est plus élevée en milieu urbain (0,583) qu'en milieu rural (0,331). Il apparaît globalement que les hôpitaux de district en milieu rural tendent à être plus efficaces que ceux du milieu urbain. Le tableau 1.7. Ci-dessous donne une répartition des scores d'efficacité des hôpitaux de district publics suivant le lieu d'implantation.

Le tableau 1.7. Scores d'efficacité des hôpitaux de district selon leur implantation.

| | Efficacité technique pure | | |
|--|---------------------------|-------|-------|
| | Urbain | Rural | Total |
| Moyen | 0,331 | 0,583 | 0,501 |
| Ecart type | 0,251 | 0,289 | 0,300 |
| Minimum | 0,005 | 0,002 | 0,002 |
| Maximum | 0,812 | 1 | 1 |
| Nombre HD sur la frontière d'efficacité | 0 | 6 | 6 |
| Pourcentage des HD en dessous de la frontière d'efficacité | 100% | 84% | 89% |

Source : Auteur

Après l'analyse de l'efficacité au niveau de chaque groupe d'établissements publics de santé pris individuellement, nous allons analyser l'efficacité des établissements publics de santé en prenant l'ensemble des groupes. Cette approche nous permet de comparer chacun de ces groupes par rapport à une frontière d'efficacité commune.

4.2. L'efficacité des établissements publics de santé : une analyse par une frontière commune.

D'après l'analyse par une frontière commune, nous constatons que 91% des établissements publics de santé sont techniquement inefficients en 2018. Les résultats révèlent donc que plus de la moitié des établissements publics de santé présentent une inefficacité technique. Ces résultats corroborent ceux d'autres travaux réalisés en Afrique subsaharienne. En effet, Esso (2019) a analysé l'efficacité technique de 139 hôpitaux publics togolais et a trouvé que 82,15% d'entre eux étaient techniquement inefficients. En outre, une étude portant sur 20 hôpitaux en Zambie a révélé que 75% d'entre eux étaient techniquement inefficients. Kirigia et al (1999) en Afrique du sud a révélé que 70% sont techniquement inefficients.

D'après les résultats, le nombre de CSI et de CMA sur la frontière d'efficacité sont supérieurs au nombre de HD sur la même frontière. Les HD publics sont les établissements de première référence. Ils accueillent les patients qui dépassent les compétences des CSI et CMA ; et, possèdent un niveau élevé de ressources matérielles, humaines et financières que les CSI et CMA. Pourtant, les HD sont moins efficaces que les CSI et les CMA, qui souffrent par contre d'une insuffisance forte de ressources. Ce résultat est particulièrement important par ce qu'il confirme que la baisse de l'efficacité dans les établissements de santé publics camerounais s'explique plus par un manque d'efficacité que par un manque des ressources disponibles.

Les résultats de l'efficacité des établissements publics de santé selon une frontière de production commune sont présentés dans le tableau 1.8 suivant.

Tableau 1.8. Efficacité des établissements de santé selon une frontière de production commune

| | Moyenne d'efficacité technique pure | Nombre d'hôpitaux sur la frontière d'efficacité | Groupe d'hôpitaux les plus efficaces | Groupe d'hôpitaux les plus efficaces |
|-------|-------------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| CSI | 0.396 | 28 | CSI | HD |
| CMA | 0.379 | 9 | CMA | |
| HD | 0,501 | 6 | | |
| Total | 0.42 | 42 | Pourcentage des hôpitaux inefficients : 88% | |

Source : Auteur

5. Conclusion

L'objectif de cette étude était de mesurer le niveau d'efficience des établissements publics de soins de santé. La méthode de l'enveloppement des données (DEA) nous a permis de calculer les scores moyens d'efficience technique dans les hôpitaux de district, les centres médicaux d'arrondissement et dans les centres de santé intégrés. Ainsi, cette étude aboutit à plusieurs résultats dont les principaux sont :

D'abord, plus de la moitié des établissements publics de santé (hôpitaux de district, centres médicaux d'arrondissement et centres de santé intégrés) présentent une inefficience technique pure. Ensuite, les établissements publics de santé en milieu urbain sont techniquement plus efficaces qu'en milieu rural. Cela peut s'expliquer par les investissements importants réalisés pour moderniser les infrastructures hospitalières dans les centres urbains, notamment dans les nouvelles technologies, l'accessibilité des établissements de santé et la disponibilité des ressources humaines, la plupart des jeunes ayant tendance à préférer travailler dans les zones urbaines du pays. Weisgrau (1995) et Rizzo (1991) ont rapporté qu'il existe de nombreuses différences entre les marchés ruraux et urbains, tout d'abord, il y a une grande différence dans la composition de leurs marchés respectifs, les caractéristiques de la concurrence sur les marchés urbains sont sensiblement différentes de celles des marchés ruraux des soins de santé ; en outre, les établissements de santé ruraux sont généralement plus petits avec des taux d'occupation plus faibles, une base de patients géographiques en déclin et dispersée, ils offrent moins de services spécialisés et très peu de revenus sont générés par les soins aux patients dans les zones rurales.

Et, enfin, les CSI et les CMA, moins riches en ressources que les HD, sont pourtant plus efficaces que les HD. Ainsi, la baisse relative de l'activité des établissements publics de santé camerounais s'explique plus par un manque d'efficience que par un manque de ressources disponibles. À ce titre, il devient donc important de rechercher à améliorer l'efficience avant de poser la question du financement si l'État veut redynamiser les établissements publics de santé.

REFERENCES

- [1] Afonso, A. and Fernandes, S. (2008), « Assessing Hospital Efficiency: Non-parametric Evidence for Portugal », School of Economics and Management, Working Papers, Technical University of Lisbon, Portugal, WP 07.
- [2] Aghlmand, S., Feizollahzadeh, S., Fathi, B., Yusefzadeh, H., & Alinejhad, M. (2022). The stochastic frontier analysis technique in measuring the technical and economic efficiency of hospital diagnostic laboratories: A case study in Iran. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 20(1), 65.
- [3] Ali, A., Mahfouz, A., & Arisha, A. (2017). Analysing supply chain resilience: Integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review. *Supply chain management : an international journal*, 22(1), 16-39.
- [4] Audibert, M., Mathonnat, J., Chen, N., Ma, A. et Yin A. (2007), Réformes économiques et activités des hôpitaux municipaux en zone rurale : une analyse dans la province de Shandong, Etudes et Documents, CERDI
- [5] Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. ((1984), « Measuring most productive scale size using data envelopment analysis », *European Journal of Operational Research*, VOL. 17, PP.35–44.
- [6] Bertrand, N. A. S. (2012a). *Analysis of determinants of public hospitals efficiency in Cameroon*. African Economic Research Consortium.
- [7] Bertrand, N. A. S. (2012b). *Analysis of determinants of public hospitals efficiency in Cameroon*. African Economic Research Consortium.
- [8] Blank, J. L., & Eggink, E. (2004). The decomposition of cost efficiency: An empirical application of the shadow cost function model to Dutch general hospitals. *Health Care Management Science*, 7, 79-88.
- [9] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978), « Measuring Efficiency of Decision-Making Units », *European Journal of Operational Research*, VOL.2, N°6, PP.429-444.
- [10] Coelli T.J., Prasada., Rao, D.S. and Battese G.E. (1998) *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Boston, Kluwer Academic Publishers,
- [11] Eakin, B. K. (1991), « Allocative inefficiency in the production of hospital services », *Southern Economic Journal*, N° 58, PP.240-248.
- [12] Epstein, J. I., Allsbrook Jr, W. C., Amin, M. B., Egevad, L. L., & Committee, I. G. (2005). The 2005 International Society of Urological Pathology (ISUP) consensus conference on Gleason grading of prostatic carcinoma. *The American journal of surgical pathology*, 29(9), 1228-1242.
- [13] Ferrier, G.D., Rosko, M. and Valdmanis, V.G. (2006), « Analysis of Uncompensated Hospital Care Using a DEA Model of Output Congestion », *Health Care Management Science*, N°9, PP. 181-188.
- [14] Folland, F. T. and Holfer, R. A. (2001), « How reliable are hospital efficiency estimates? Exploiting the dual to homothetic production », *Health Economics*, N°10, PP.683-698.
- [15] Greene, D. F., Noël, J., Bergeron, Y., Rousseau, M., & Gauthier, S. (2004). Recruitment of *Picea mariana*, *Pinus banksiana*, and *Populus tremuloides* across a burn severity gradient following wildfire in the southern boreal forest of Quebec. *Canadian Journal of Forest*

Research, 34(9), 1845-1857.

- [16] Gruca, T. S., & Nath, D. (2001). The technical efficiency of hospitals under a single payer system: The case of Ontario community hospitals. *Health Care Management Science*, 4, 91-101.
- [17] Hollingsworth, B. (2008), « The measurement of efficiency and productivity of health care delivery », *Health Economics*, N°.17, PP. 1107-1128.
- [18] Hollingsworth, B. (2008). The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. *Health economics*, 17(10), 1107-1128.
- [19] Ichoku, H. E., Fonta, W. M., Onwujekwe, O. E., & Kirigia, J. M. (2011). Evaluating the technical efficiency of hospitals in southeastern Nigeria. *Eur J Bus Manag*, 3(2), 24-37.
- [20] Jakeman, J. D., Eldred, M. S., & Sargsyan, K. (2015). Enhancing ℓ_1 -minimization estimates of polynomial chaos expansions using basis selection. *Journal of Computational Physics*, 289, 18-34.
- [21] Jehu-Appiah, C., Sekidde, S., Adjuik, M., Akazili, J., Almeida, S. D., Nyongator, F., Baltussen, R., Asbu, E. Z., & Kirigia, J. M. (2014). Ownership and technical efficiency of hospitals: Evidence from Ghana using data envelopment analysis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 12(1), 1-13.
- [22] Kirigia, J. M., Emrouznejad, A., Sambo, L. G., Munguti, N., & Liambila, W. (2004). Using data envelopment analysis to measure the technical efficiency of public health centers in Kenya. *Journal of medical systems*, 28, 155-166.
- [23] Kirigia, J.M, Lambo, E. and Sambo, L.G. (2000), « Are public hospitals in Kwazulu-Natal province of South Africa Technically Efficient? », *African Journal of Health Sciences*, VOL.7, N°3-4, PP. 25-32.
- [24] Kumbhakar, S. C., Denny, M., & Fuss, M. (2000). Estimation and decomposition of productivity change when production is not efficient: A paneldata approach. *Econometric Reviews*, 19(4), 312-320.
- [25] Litvack, J. I., & Bodart, C. (1993). User fees plus quality equals improved access to health care: Results of a field experiment in Cameroon. *Social science & medicine*, 37(3), 369-383.
- [26] Liu, C., B. Ferguson and Laporte, A. (2006), Ranking the Health System Efficiency among Canadian Provinces and American States», Document de travail, Université de Guelph.
- [27] Madjd, A., Taylor, M. A., Delavari, A., Malekzadeh, R., Macdonald, I. A., & Farshchi, H. R. (2016). Beneficial effect of high energy intake at lunch rather than dinner on weight loss in healthy obese women in a weight-loss program: A randomized clinical trial. *The American journal of clinical nutrition*, 104(4), 982-989.
- [28] Mondiale de la Santé, O., & Organization, W. H. (2019). Pneumococcal conjugate vaccines in infants and children under 5 years of age : WHO position paper–February 2019— Vaccins antipneumococciques conjugués chez les nourrissons et les enfants de moins de 5 ans : note de synthèse de l’OMS–février 2019. *Weekly Epidemiological Record= Relevé épidémiologique hebdomadaire*, 94(08), 85-103.
- [29] Nedelea, I. C., Fannin, J. M., & Barnes, J. N. (2010). *Analyzing differences in rural hospital efficiency: A data envelopment analysis approach*.

- [30] Ntangsi, J. (1998). An analysis of health sector expenditures in Cameroon using a national health accounts framework. *World Bank Resident Mission in Cameroon*.
- [31] Osei, D., George, M., d'Almeida, S., Kirigia, J.M., Mensah, A.O. and Kainyu, L.H. (2005), « Technical efficiency of public district hospitals and health centres in Ghana: a pilot study », *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, VOL.3,N°9.
- [32] Oyieke, K. (2021). *Effect of Customs Modernization Initiatives on Customs Performance at Key one Stop Border Posts in Kenya* [PhD Thesis]. Kenya School of Revenue Administration_Moi University.
- [33] Rizzo, T., Metzger, B. E., Burns, W. J., & Burns, K. (1991). Correlations between antepartum maternal metabolism and intelligence of offspring. *New England Journal of Medicine*, 325(13), 911-916.
- [34] Roh, S., Jang, H., & Han, C. (2013). Warehouse location decision factors in humanitarian relief logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), 103-120.
- [35] Rosko, M. (2001), «Cost efficiency of US hospitals: a stochastic frontier approach», *Health Economics*, VOL. 10, N°6, PP.539–551
- [36] Rosko, M. D. (2001). Cost efficiency of US hospitals: A stochastic frontier approach. *Health economics*, 10(6), 539-551.
- [37] Rosko, M. D., & Mutter, R. L. (2008). Stochastic frontier analysis of hospital inefficiency: A review of empirical issues and an assessment of robustness. *Medical care research and review*, 65(2), 131-166.
- [38] Sama and Bihkongnyuy (2016). « Assessing the Technical Efficiency of Public Hospitals in Cameroon: An Application of Data Envelopment Analysis (DEA) », *International Journal of Humanities Social Sciences and Education*, vol.3, n°3, pp.32-40
- [39] Scuffham, P. A., Devlin, N. J. And Jaforullah, M. (1996), « The structure of costs and production in New Zealand public hospitals: an application of the transcendental logarithmic variable cost function », *Applied Economics*, N°28, PP.75-85.
- [40] Simmhan, Y. L., Plale, B., & Gannon, D. (2005). A survey of data provenance in e-science. *ACM Sigmod Record*, 34(3), 31-36.
- [41] Spinks, J. and Hollingsworth, B. (2009), « Cross-country Comparisons of Technical Efficiency of Health Production: A Demonstration of Pitfalls», *Applied Economics*, VOL.41, PP. 417-27.
- [42] Steinmann, L. and Zweifel,P. (2003), « On the (in)efficiency of Swiss hospitals », *Applied Economics*, N°35,PP.361-370.
- [43] Steinmetz, J. D., Bourne, R. R., Briant, P. S., Flaxman, S. R., Taylor, H. R., Jonas, J. B., Abdoli, A. A., Abrha, W. A., Abualhasan, A., & Abu-Gharbieh, E. G. (2021). Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: The Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet Global Health*, 9(2), e144-e160.
- [44] Valdmanis,V., Kumanarayake, L. and Lertiendumrung, J. (2004), « Capacity in Thai public hospitals and the production of care for poor and non-poor patients », *Health Services Research*,VOL. 39,PP.2117–2134
- [45] Vita, M. G. (1990), « Exploring hospital production relationships with flexible functional forms », *Journal of Health Economics*, N° 9, PP. 1-21

- [46] Wagstaff, A. (1989), « Estimating efficiency in the hospital sector: A comparison of three statistical cost frontier models », *Applied Economics*, VOL.21, PP. 659-672.
- [47] Wagstaff, A., Van Doorslaer, E., & Paci, P. (1989). Equity in the finance and delivery of health care: Some tentative cross-country comparisons. *Oxford review of economic policy*, 5(1), 89-112.
- [48] Weisgrau, S. (1995). Issues in rural health: Access, hospitals, and reform. *Health care financing review*, 17(1), 1.
- [49] Yu, K. and Ruolz, A. (2008), « Comparisons of Hospital Output in Canada: National and International Perspectives », Paper presented to the Canadian Economic Association 42nd Annual Meetings, June 6–8, University of British Columbia
- [50] Zamo-Akono, C., Ndjokou, M. M., & Song-Ntamack, S. (2013). Institutions and hospital efficiency in Cameroon: A data envelopment analysis. *Journal of African Development*, 15(1), 45-71.
- [51] Zere, E., Mbeeli, T., Shangula, K., Mandlhate, C., Mutirua, K., Tjivambi, B., & Kapenambili, W. (2006). Technical efficiency of district hospitals: Evidence from Namibia using data envelopment analysis. *Cost Effectiveness and resource allocation*, 4(1), 1-9.
- [52] Zuckerman, C. (1994). Les campagnes des Tétrarques, 296-298. Notes de chronologie. *Antiquité tardive*, 2, 65-70.