

# Activités des hôpitaux départementaux publics ivoiriens: *une évaluation de l'efficacité technique par le bootstrap DEA*

---

---

**Dr. Tito Nestor TIEHI**

Enseignant – chercheur

UFR des Sciences Economiques et de Gestion

Université de Cocody–Abidjan

## Résumé:

Les hôpitaux départementaux ou hôpitaux généraux en Côte d'Ivoire, sont d'une très grande importance. Ils sont le pilier du système sanitaire puisque intermédiaire entre les centres de santé primaire et les établissements de référence (CHR et CHU). Leur performance détermine donc celui du système en général.

L'objet de cette étude est d'estimer l'efficacité technique de ces hôpitaux et de tester la stabilité des mesures obtenues. Pour ce faire, nous utilisons un modèle non paramétrique (Data Envelopment Analysis) pour estimer l'efficacité technique. Par la suite nous recourons à une approche *bootstrap* pour établir la robustesse des scores obtenus.

**Mots clés:** hôpital général, système de santé, efficacité technique, Data Envelopment Analysis, *bootstrap*,

## Abstract:

The departmental hospitals or general hospitals in Côte d'Ivoire take a great importance. They are the pillar of the medical system since intermediary between the primary health centre and the reference establishment i.e. CHR and CHU. So, their performance determines the efficiency of the system in general.

The aims of this study are to estimate the technical efficiency of these hospitals and test the robustness of measurements obtained. In this intention, we use a non parametric model (Data Envelopment Analysis) to estimate the technical efficiency score. Hence we use a *bootstrap* approach to estimate the robustness of the scores we obtained.

**Key words:** general hospital, health system, technical efficiency, Data Envelopment Analysis, *bootstrap*,

**JEL code:** D24

## 1. Introduction

L'activité hospitalière dans les pays en développement d'Afrique subsaharienne révèle le constat d'un système de production de soins dont les résultats sont largement en dessous des normes mondiales.

Cette situation est la conséquence d'une pénurie de ressources dans le secteur public en général, mais plus particulièrement dans le secteur de la santé, elle est le résultat de l'absence de politiques claires de gestion des ressources. De fortes inégalités existent; les ressources étant prioritairement allouées aux hôpitaux des grandes villes.

En Côte d'Ivoire, les autorités trouvent en la décentralisation des infrastructures sanitaires la solution qui permettrait de rapprocher les soins de santé des populations (Ministère de la santé 1998).

Cette politique initiée au début des années 90 va progressivement s'étendre de sorte qu'à ce jour le système sanitaire ivoirien présente une forme pyramidale à trois paliers (Ministère de la santé 1991).

Un premier niveau qui est constitué par les formations sanitaires de base dont les activités portent principalement sur la prévention; un second niveau qui comprend les hôpitaux de médecine général, de pédiatrie et obstétrique normale; et un troisième niveau qui, comprend les autres formations sanitaires qui ont des plateaux techniques spécialisés et dont certaines font de la recherche.

L'objectif de la décentralisation du système hospitalier ivoirien était principalement de rendre ce système techniquement et allocativement plus efficace. Cependant, une quinzaine d'années plus tard, le constat est que les résultats obtenus ne sont guère meilleurs.

Le secteur hospitalier est techniquement inefficace (Evans et al, 2001; Tiehi, 2006) et bien que, les réflexions sur l'évaluation des performances allocatives soient quasiment inexistantes, nous notons que les affectations de ressources aux établissements sanitaires ne sont pas soutenues par des critères de performance.

Ainsi, bien que les hôpitaux généraux soient le baromètre du système hospitalier ivoirien, l'allocation des ressources leur est défavorable. Cette situation a une incidence sérieuse sur les performances techniques de ces types d'établissements.

## **2. Objectifs et hypothèses de l'étude**

Notre étude se fixe pour objectif d'évaluer l'activité des hôpitaux généraux ivoiriens. Plus précisément, nous voulons (i) évaluer l'efficacité technique des établissements hospitaliers généraux publics et (ii) analyser la pertinence des scores d'efficacité calculés.

Nous développons deux hypothèses qui sont liées à nos objectifs à savoir : (i) les établissements hospitaliers départementaux publics ivoiriens sont techniquement non efficaces; (ii) les scores d'efficacité estimés sont stables.

## **3. L'environnement des hôpitaux généraux**

La stratification du système hospitalier ivoirien montre que les hôpitaux généraux sont la charnière du système sanitaire ivoirien. Premier niveau de référence, ces établissements reçoivent les cas qui dépassent des centres de santé de plus petites dimensions que sont les centres de santé villageois et urbains.

De ce fait, ces établissements régulent l'accès aux hôpitaux de référence: les centres hospitaliers régionaux (CHR) et universitaires (CHU). De plus, ces établissements représentent environ 70% des infrastructures sanitaires publics de référence. En effet sur les 69 hôpitaux de types deux et trois que compte le pays, 48 sont des hôpitaux généraux ou hôpitaux départementaux (Ministère de la santé, 2002).

Par ailleurs plus proche des populations, ces établissements ont un taux de fréquentation plus grand que les hôpitaux des grands centres urbains. Leur niveau d'activité est parfois plus dense que les hôpitaux de référence du niveau tertiaire de la pyramide sanitaire (Tiehi, op.cit).

Seulement, la répartition des ressources ne tient pas compte de l'importance stratégique de ces établissements départementaux dans la production hospitalière en Côte d'Ivoire. Les CHU et les CHR concentrent en moyenne 75% des ressources humaines et 60% des ressources matérielles (Tiehi, op.cit).

#### 4. Un aperçu de la littérature

Des travaux précurseurs de Farrell M. J. (1957), Charnes, Cooper et Rhodes (1978) ont introduit la notion de la *Data Envelopment Analysis* (DEA). Ils proposent un programme linéaire pour mesurer l'efficacité technique dans un cas de technologie « *multi produits et multi facteurs* ». Leur développement a le mérite de ne recourir à aucune hypothèse (forte) sur la forme de la fonction de production.

Depuis ces travaux, de nombreux auteurs étendent la mesure de l'efficacité productive aux secteurs d'activité non marchands et singulièrement au secteur de la santé au moyen des méthodes non paramétriques d'estimation des frontières de production.

L'engouement pour les techniques non paramétriques d'estimation des frontières dans le domaine hospitalier tient à leur capacité à prendre en compte les spécificités de ce secteur à savoir : (i) la complexité de la technologie multi produit/ multi facteur, (ii) l'absence de prix véritables tant pour les outputs que pour les inputs, (iii) l'incertitude liée au comportement et aux objectifs des acteurs du secteur hospitalier (Leleu et Dervaux, 1997; Coelli et al, 2001).

La méthode de la DEA, incorpore facilement, plusieurs outputs, donc, elle est particulièrement plus pratique pour mesurer l'efficacité des hôpitaux qui, de par leurs activités utilisent nécessairement plusieurs inputs et produisent plusieurs outputs.

L'approche DEA est plus appropriée (comparativement à l'approche SFA) dans le cas de l'estimation des performances productives des services à but non lucratif où, les prix sont généralement difficiles à déterminer (Coelli et al, 1998).

Entre autres applications pertinentes, Audibert et al. (2003); Valdmanis et al. (2004); Puenpatom et Rosenman (2006) ont eu recours à l'approche DEA dans des récentes études sur l'efficacité productive des hôpitaux, dans divers pays (industrialisés ou en voie de développement).

En Côte d'Ivoire, les réflexions sur les mesures de performances productives dans le secteur hospitalier sont quasi inexistantes. En dehors, du travail d'Evans et al (2001), qui trouvent, un score d'efficacité moyen de 0,598, nous notons la thèse de Tiehi (op.cit) qui évalue les performances productives des hôpitaux publics et trouve que ceux-ci ont un score d'efficacité moyen de l'ordre 0,629.

Aucun de ces travaux ne tente d'appréhender l'incidence de la dépendance des scores et de la taille de l'échantillon. Or une des critiques majeures faite à la DEA est la forte sensibilité des scores d'efficacité obtenus lorsque l'échantillon varie.

Pour analyser la robustesse des scores d'efficacité donc, l'on recourt à la méthode du *bootstrap* introduite par Efron<sup>1</sup> (1979). Cette méthode consiste en un accroissement d'un échantillon de score d'efficacité (rééchantillonnage) à partir de ses propres éléments constitutifs en vue de construire un intervalle de confiance.

La procédure d'estimation appliquée à l'échantillon *bootstrap* donne les estimateurs du *bootstrap* et la distribution d'échantillonnage des nouveaux estimateurs approxime celle des estimateurs obtenus à partir de l'échantillon de base (Aké G-M N'GBO, 1994).

L'approche du *bootstrap* DEA a été introduite par Simar (1992) et d'importants travaux ont par la suite été développés pour approfondir la compréhension de cette méthode (Simar et Wilson 1998 ; 2000).

Du fait de la pertinence des résultats qu'il donne, le bootstrap DEA a été utilisé pour évaluer l'efficacité productive dans divers secteurs de la production. Mieux des travaux plus récents (Simar et Wilson, 2007 ; Balcombe et al, 2005) approfondissent son développement en introduisant

---

<sup>1</sup> Cf. Aké G-M N'GBO, 1994

la méthodologie du *double bootstrap* pour corriger les limites de la méthodologie qui consiste à recourir à des modèles à variable dépendante qualitative pour expliquer les déterminants des scores d'efficacité calculés à partir de la méthode DEA.

## 5. Modèles utilisés

La meilleure façon selon Coelli (op.cit.) d'introduire la méthode DEA est d'utiliser des ratios. Ainsi pour chaque hôpital de l'échantillon, nous cherchons à obtenir une mesure des ratios ( $r$ ) de tous les outputs sur les inputs. Ce ratio représente le score d'efficacité technique.

Ainsi, considérons-nous  $J=48$  hôpitaux ( $j=1, \dots, J=48$ ) pouvant être évalués, dont chacun utilise divers quantités,  $x_{ij}$ , de différents inputs  $I$  ( $i=1, \dots, I=5$ ), en vue de produire plusieurs quantités,  $y_{kj}$ , de différents outputs  $K$  ( $k=1, \dots, K=4$ ). En définissant également  $u_{kj}$  et  $v_{ij}$ , les paramètres affectés respectivement au  $k^{\text{ième}}$  output et au  $i^{\text{ième}}$  input, le score d'efficacité technique pour l'hôpital  $j$  s'écrit :

$$r_j(y_j; x_j; u_j; v_j) = \frac{u_{kj} y_{kj}}{v_{ij} x_{ij}}$$

où :  $u_{kj}$  est un vecteur d'output de dimension  $4 \times 1$   
 $v_{ij}$  est un vecteur d'input de dimension  $5 \times 1$

En vue de sélectionner le niveau optimal, nous définissons un programme mathématique de maximisation de  $r$ . Formellement nous avons:

$$\begin{aligned} & \max_{u_j, v_j} \left( u_{kj} y_{kj} / v_{ij} x_{ij} \right) \\ & s / c \quad \frac{\sum_{k=1}^K u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^I v_{ij} x_{ij}} \leq 1 \\ & \quad \quad \quad u_{ij}, v_{ij} \geq 0 \end{aligned}$$

avec

$$j = 1, 2, \dots, 48$$

$$k = 1, \dots, 4$$

$$i = 1, \dots, 5$$

Ceci implique la détermination des valeurs de  $u_{ij}$  et de  $v_{ij}$ , de sorte que la mesure de l'efficacité de la  $j^{\text{ème}}$  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 particulière est qu'elle donne un nombre infini de solutions. En clair, si par exemple le couple  $(u^*, v^*)$  est solution, alors tout autre couple de type  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  est aussi solution du programme. Pour éviter cette situation de *redondance* dans les solutions du programme précédant, nous imposons une contrainte d'unicité sur  $v_{ij}x_{ij}$ . Autrement, si nous considérons que  $v_{ij}x_{ij} = 1$ , le modèle de maximisation précédant devient :

$$\begin{aligned}
 & \max_{\mu, v} (\mu_{kj} y_{kj}), \\
 \text{s / c} \quad & v_{ij} x_{ij} = 1 \\
 & \mu_{kj} x_{ij} - v_{ij} x_{ij} - X\lambda \geq 0, \\
 & \mu, v \geq 0
 \end{aligned}$$

Avec  $j = 1; 2; \dots \dots \dots 48$

En recourant au principe de dualité en programmation linéaire, nous pouvons dériver un programme équivalent au programme précédant (Coelli, 1996), qui s'écrit comme suit:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 \text{sc} \quad & - y_{kj} + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_{ij} - X\lambda \geq 0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Où  $\theta$  est un scalaire  
 $\lambda$  est un vecteur de constance de dimension  $N \times 1$   
 $x_{ij}$  est la matrice originale des inputs du  $i^{\text{ème}}$  hôpital  
 $y_{kj}$  est la matrice originale des outputs du  $j^{\text{ème}}$  hôpital  
 $X$  est la matrice originale des inputs de l'échantillon  
 $Y$  est la matrice originale des outputs de l'échantillon

Cette forme exige moins de contraintes que la forme précédente dans la mesure où que  $K+M < N+1$ . De plus, cette forme est généralement plus aisée à estimer.

La valeur de  $\theta$  obtenue est le score d'efficacité pour la  $i^{\text{ème}}$  unité de production 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 efficace au sens de Farrell (op.cit).

A partir des scores d'efficacité  $\theta_i$  obtenus par la méthode DEA, nous générons un nouvel échantillon  $\theta_{bi}$ . Nous appliquons la méthode du maximum de vraisemblance dans une régression tronquée, de  $\theta_i$  sur  $z_i$ ; afin de fournir un estimateur  $\hat{\beta}$  de  $\beta$  et un estimateur  $\hat{\sigma}_\varepsilon$  de  $\sigma_\varepsilon$ .

Notre recours à l'approche *bootstrap* DEA pour l'évaluation des performances techniques des hôpitaux tient à la complexité de l'analyse de l'hôpital comme unité de production. Mais également, à l'incertitude sur la stabilité des scores d'efficacité obtenus lorsque l'on veut expliquer les sources de l'inefficacité.

Pour chaque hôpital  $i=1.....n$ , l'estimateur *bootstrap* est obtenu suivant une procédure répétitive en quatre (04) étapes.

D'abord, (i) l'on extrait de la distribution de  $N(0 ; \hat{\sigma}_\varepsilon)$  le terme d'erreur  $\varepsilon$  tel que  $(1 - \hat{\beta}z_i)$  soit tronqué à gauche. Ensuite, (ii) on calcule l'estimateur suivant  $\theta_i^*$  tel que  $\theta_i^* = \hat{\beta}z_i + \varepsilon_i$ . Puis (iii) l'on construit un pseudo échantillon  $(x_i^*; y_i^*)$ , avec  $x_i^* = x_i$  et  $y_i^* = y_i \hat{\theta}_i / \theta_i^*$ . Enfin, (iv) le nouvel estimateur DEA ou estimateur *bootstrap* est calculé à partir du pseudo échantillon crée  $(x_i^*; y_i^*)$ ; autrement dit, les variables X et Y sont respectivement remplacées par  $Y^* = \{y_i^* ; i=1.....n\}$  et  $X^* = \{x_i^* ; i=1.....n\}$  dans le programme initial.

De ce fait, pour chaque hôpital,  $i=1.....n$ , l'estimateur sans biais  $\hat{\hat{\theta}}$  est calculé comme suit :

$$\hat{\hat{\theta}} = \hat{\theta} - \text{biais } \hat{\theta} .$$

Dans cette équation l'inconnu reste le biais de  $\theta$  et lorsque le nombre d'échantillons désirés est généré, la valeur biaisée de l'estimateur original  $\theta$  est obtenu selon Simar et Wilson (1998), comme suit :

$$biais\hat{\theta}_i = B_1^{-1} \sum_{b=1}^{B_1} \hat{\theta}_{ib}^* - \hat{\theta}_i$$

L'utilisation de pseudo données dans la procédure du *bootstrap* peut avoir comme conséquence le positionnement de n'importe quelle combinaison d'input-output en dehors de la frontière de production de référence. C'est pourquoi, il est important d'analyser les résultats avec précaution en recourant aux intervalles de confiance.

Dans la mesure où nous connaissons la distribution réelle, nous pouvons sélectionner  $a_\alpha$  et  $b_\alpha$  tel que :

$$P_r(-b_\alpha \leq \tilde{\theta}_k - \hat{\theta}_k \leq -a_\alpha) = 1 - \alpha$$

Trouver  $a_\alpha$  et  $b_\alpha$  revient à faire un trié des valeurs  $(\hat{\theta}_i - \hat{\theta}_i)$  dans l'ordre croissant et à éliminer  $(\alpha/2 \times 100)$  % des éléments. Les paramètres  $-a_\alpha$  et  $-b_\alpha$  sont supposés égales aux valeurs limites de la liste trié et  $-a_\alpha \leq -b_\alpha$ .

L'approximation *bootstrap* de l'intervalle de confiance est donnée selon Simar et Wilson (op.cit.) par l'intervalle  $\hat{\theta}_i + a_\alpha \leq \theta \leq \hat{\theta}_i + b_\alpha$ . A moins que  $a_\alpha$  soit nul, la valeur original de  $\hat{\theta}_i$  se situera en dehors de l'intervalle de confiance, bien que  $\hat{\theta}_i$  soit un estimateur biaisé dérivé de  $\theta$ .

## 6. Les données de l'étude

Les données utilisées sont pour la plupart issues des statistiques de la Direction de l'Information, de la Planification et de l'Evaluation (DIPE) pour l'année 2000 et de la Direction des Ressources Humaines (DRH) du Ministère de la santé.

Tableau 1: Caractéristiques des variables de l'échantillon<sup>2</sup>

Inputs (facteurs de production)	Moyenne	Ecart -type	Médiane
Médical ( <i>Med</i> )	4,812	4,958	4
Paramédical ( <i>Para</i> )	17,145	13,298	14
Technique ( <i>Techsup</i> )	3,041	1,472	2
Administratif ( <i>Managers</i> )	2,75	1,421	3
Lits ( <i>Lits</i> )	51,60	23,268	50

  

Outputs (indicateurs d'activité)	Moyenne	Ecart -type	Médiane
Admission ( <i>Admi</i> )	1658,27	1676,20	1240
Evacuation ( <i>Evac</i> )	52,083	98,246	29
Hospitalisation ( <i>Hosp</i> )	4964,97	3281,58	4533
Actes chirurgicaux ( <i>K_an</i> )	57,187	37,204	49,5

Source : Calcul à partir des données de l'étude.

Ces statistiques traduisent (i) le nombre d'admission (*Admi*), (ii) le nombre de journées d'hospitalisation (*Hosp*), (iii) le nombre d'évacuations (*Evac*), (iv) le nombre d'actes de chirurgie (*K\_an*), (v) le nombre de lits (*Lits*), (vi) le personnel médical (*Med*) c'est-à-dire le corps des médecins toute dimension confondue; (vii) le personnel paramédical (*Para*) qui représente l'ensemble des infirmiers et des sages femmes; (viii) le personnel technique (*Techsup*) qui est constitué par les techniciens de laboratoire, les préparateurs et anesthésistes réanimateurs de la santé; (ix) le personnel administratif (*Managers*) qui est composé de l'ensemble des individus qui assure la gestion administrative et financière de l'hôpital.

<sup>2</sup> Les indications entre parenthèses représentent les paramètres relatifs aux différentes variables de la fonction de production.

En somme, pour chaque hôpital, nous disposons d'informations décrivant son fonctionnement, c'est-à-dire ses facteurs de production (inputs) et les produits (outputs) obtenus en moyenne sur l'année.

Nous constatons ainsi, une relative stabilité dans la répartition des inputs au niveau des hôpitaux généraux. Les effectifs moyens des facteurs de production dans ces établissements sanitaires sont relativement très proches des effectifs médians. La dispersion des inputs d'un hôpital à l'autre est donc relativement faible.

Néanmoins, cette uniformité dans la répartition des inputs ne se traduit pas parfaitement dans celle des outputs hospitaliers où les dispersions des distributions sont relativement importantes.

## 7. Résultats

Les résultats obtenus du modèle DEA non *bootstrapé*, montre que le score d'efficacité moyen dans les hôpitaux généraux en Côte d'Ivoire est d'environ 0,636 (Tableau 2).

Tableau 2: Caractéristiques des mesures d'efficacité technique

	observations	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
$\hat{\theta}$	48	0,637	0,257	0,162	1

Ce score moyen est inférieur à l'unité. Les hôpitaux généraux ivoiriens sont donc techniquement non efficient. Seuls neuf (09) établissements sanitaires départementaux (soit 18,75%), sur les quarante huit que compte le pays, évoluent sur la frontière de production de référence.

Ce résultat est fortement instable. Le *bootstrap* DEA sous diverses hypothèses de re-échantillonnage montre que les scores d'efficacité technique calculés sont très sensibles à la taille de l'échantillon. En effet, les hôpitaux généraux de Bingerville, de Dabou, de Lakota, de Bonoua, et de Soubré s'écartent fortement de la frontière de référence à mesure que la taille de l'échantillon augmente. Par contre les hôpitaux d'Agnibilekrou,

d’Ayamé et de Tengrela s’en écartent que très légèrement. Seul l’hôpital général d’Alépé demeure sur la frontière de référence quel que soit le degré de re-échantillonnage<sup>3</sup>.

Tableau 3: Caractéristiques des mesures d'efficacité technique sous *bootstrap* DEA

	Pseudo-obs	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
$\hat{\theta}$	100	0,264	0,240	0,056	1
$\hat{\theta}$	200	0,255	0,233	0,049	0,966
$\hat{\theta}$	300	0,255	0,228	0,050	1
$\hat{\theta}$	400	0,254	0,226	0,051	1
$\hat{\theta}$	500	0,257	0,231	0,051	1

Le calcul des intervalles de confiance pour décider de la pertinence des scores d’efficacité obtenu montre clairement que les hôpitaux techniquement efficaces sous DEA ne le sont plus en totalité lorsque l’on fait un re-échantillonnage des données de base.

En considérant l’échantillon généré de taille 500 comme l’échantillon idéal, l’analyse par intervalle de confiance montre que les mesures d’efficacité technique ne sont significatives que pour seulement quatre établissements sanitaires (Agnibilekrou, Ayamé, Tengrela, Alepé)<sup>4</sup>.

## 8. Conclusion

Notre étude s’est fixée pour objectif d’analyser l’activité productive des hôpitaux généraux en Côte d’Ivoire. Pour cela, elle a procédé à l’estimation

<sup>3</sup> Cf. annexe 1

<sup>4</sup> Cf. annexe 2

de l'efficacité technique des ces établissements sanitaires et elle a analysé la robustesse des scores d'efficacité obtenus.

Il se dégage des résultats obtenus à partir de la méthodologie de la Data Envelopment Analysis, que les hôpitaux généraux en Côte d'Ivoire ne sont pas techniquement efficaces. En moyenne, la mesure de l'efficacité est 63,7%. Ce score relativement proche de l'indice de la frontière de référence (1), s'il apparaît intéressant au regard de la situation économique de la Côte d'Ivoire<sup>5</sup>, il n'est cependant pas stable. En effet, la méthodologie du *bootstrap* DEA nous montre que les scores d'efficacité calculés sont très sensibles à la taille de l'échantillon. En réalité, la moyenne des scores d'efficacité des hôpitaux généraux est de 25,5%.

L'activité des hôpitaux généraux en Côte d'Ivoire est techniquement loin de ce qui correspond au seuil de production optimal. Cette situation affecte négativement la production hospitalière dans ce pays. En effet, étant donné que les hôpitaux généraux ne jouent pas efficacement leur rôle de régulateur de la demande de soins, l'ensemble du système sanitaire s'en trouve affecté.

---

<sup>5</sup> La Côte d'Ivoire est classée au nombre des pays pauvres très endettés.

## Annexe 1 : Scores d'efficacité par hôpital public

N°d'ordre	Localisation	$\hat{\theta}$	$\hat{\theta}$ (100)	$\hat{\theta}$ (200)	$\hat{\theta}$ (300)	$\hat{\theta}$ (400)	$\hat{\theta}$ (500)
1	Agnibilekrou	1,000	1,000	0,877	0,916	0,884	0,924
2	Alépé	1,000	1,000	0,966	1,000	1,000	1,000
3	Anyama	0,199	0,089	0,073	0,086	0,086	0,088
4	Bingerville	1,000	0,459	0,500	0,506	0,491	0,495
5	Dabou	1,000	0,636	0,714	0,704	0,634	0,658
6	Grand Lahou	0,660	0,166	0,159	0,171	0,176	0,169
7	Abobo nord	0,246	0,059	0,054	0,056	0,055	0,056
8	Port Bouet	0,569	0,155	0,153	0,156	0,150	0,153
9	Jacquerville	0,940	0,256	0,254	0,253	0,264	0,259
10	Tiassalé	0,568	0,211	0,211	0,193	0,211	0,209
11	Taabo	0,462	0,144	0,120	0,126	0,126	0,128
12	Lakota	1,000	0,695	0,554	0,614	0,622	0,645
13	Adzopé	0,781	0,235	0,211	0,249	0,244	0,250
14	Adiaké	0,676	0,177	0,160	0,159	0,164	0,158
15	Ayamé	1,000	0,854	0,912	0,737	0,793	0,799
16	Grand Bassam	0,501	0,133	0,131	0,121	0,129	0,126
17	Bonoua	1,000	0,304	0,302	0,297	0,301	0,315
18	Bouna	0,568	0,238	0,232	0,215	0,219	0,224
19	Tanda	0,512	0,177	0,170	0,159	0,162	0,163
20	Béoumi	0,255	0,082	0,064	0,076	0,072	0,074
21	Dabakala	0,655	0,253	0,240	0,248	0,242	0,242
22	Katiola	0,464	0,136	0,121	0,128	0,124	0,125
23	Sakassou	0,219	0,068	0,068	0,060	0,066	0,064
24	Vavoua	0,285	0,056	0,049	0,054	0,052	0,053
25	Issia	0,448	0,081	0,075	0,078	0,076	0,077
26	Sinfra	0,473	0,106	0,113	0,111	0,108	0,110
27	Oumé	0,506	0,121	0,132	0,134	0,133	0,128
28	Zuénoula	0,860	0,281	0,298	0,301	0,293	0,297
29	Bangolo	0,931	0,249	0,233	0,249	0,250	0,242
30	Biankouma	0,444	0,125	0,113	0,115	0,117	0,117
31	Danané	0,813	0,251	0,264	0,261	0,259	0,249
32	Toulepleu	0,811	0,197	0,215	0,195	0,203	0,207
33	Duékoué	0,885	0,255	0,220	0,232	0,233	0,229
34	Boundiali	0,390	0,149	0,135	0,135	0,135	0,145
35	Ferké	0,608	0,151	0,140	0,141	0,139	0,135
36	Tengréla	1,000	0,808	0,765	0,722	0,719	0,734
37	Mankono	0,324	0,129	0,135	0,129	0,126	0,124
38	Sassandra	0,631	0,174	0,169	0,158	0,166	0,167
39	Soubré	1,000	0,514	0,531	0,537	0,534	0,524
40	Buyo	0,533	0,144	0,128	0,130	0,131	0,121
41	Tabou	0,760	0,242	0,240	0,221	0,229	0,248
42	Daoukro	0,425	0,081	0,070	0,078	0,077	0,076
43	Bocanda	0,562	0,187	0,187	0,185	0,189	0,186
44	Bongouanou	0,787	0,195	0,175	0,170	0,183	0,181
45	M'bahiakro	0,658	0,276	0,259	0,273	0,261	0,285
46	Toumodi	0,499	0,179	0,178	0,159	0,174	0,172
47	Djekanou	0,162	0,057	0,051	0,050	0,051	0,051
48	Tiebissou	0,446	0,174	0,162	0,163	0,161	0,167

## Annexe 2: Significativité des scores d'efficacité par intervalle de confiance

N°d'ordre	Localisation	$\hat{\theta}$	biais	$\hat{\theta}$ (500)	Intervalle de confiance	
1	Agnibilekrou	1,000	0,076	0,924	0,999	1,001
2	Alépé	1,000	0,000	1,000	0,999	1,000
3	Anyama	0,199	0,111	0,088	0,081	0,316
4	Bingerville	1,000	0,505	0,495	0,518	1,482
5	Dabou	1,000	0,342	0,658	0,171	1,829
6	Grand Lahou	0,660	0,491	0,169	0,501	0,819
7	Abobo nord	0,246	0,190	0,056	0,197	0,295
8	Port Bouet	0,569	0,416	0,153	0,438	0,701
9	Jacquerville	0,940	0,681	0,259	0,699	1,181
10	Tiassalé	0,568	0,359	0,209	0,322	0,813
11	Taabo	0,462	0,343	0,128	0,336	0,605
12	Lakota	1,000	0,355	0,645	0,137	1,863
13	Adzopé	0,781	0,531	0,250	0,507	1,055
14	Adiaké	0,676	0,519	0,158	0,502	0,851
15	Ayamé	1,000	0,201	0,799	0,996	1,004
16	Grand Bassam	0,501	0,375	0,123	0,380	0,621
17	Bonoua	1,000	0,685	0,315	0,731	1,269
18	Bouna	0,568	0,344	0,224	0,305	0,831
19	Tanda	0,512	0,349	0,163	0,322	0,702
20	Béoumi	0,255	0,181	0,074	0,173	0,337
21	Dabakala	0,655	0,413	0,242	0,352	0,958
22	Katiola	0,464	0,339	0,125	0,297	0,631
23	Sakassou	0,219	0,155	0,064	0,142	0,296
24	Vavoua	0,285	0,232	0,053	0,230	0,339
25	Issia	0,448	0,371	0,077	0,378	0,517
26	Sinfra	0,473	0,365	0,110	0,376	0,574
27	Oumé	0,506	0,379	0,128	0,353	0,660
28	Zuénoula	0,860	0,563	0,297	0,544	1,177
29	Bangolo	0,931	0,689	0,242	0,666	1,196
30	Biankouma	0,444	0,326	0,117	0,339	0,548
31	Danané	0,813	0,564	0,249	0,554	1,073
32	Toulepleu	0,811	0,443	0,207	0,376	0,923
33	Duékoué	0,885	0,655	0,229	0,648	1,122
34	Boundiali	0,390	0,245	0,145	0,161	0,619
35	Ferké	0,608	0,473	0,135	0,445	0,771
36	Tengréla	1,000	0,266	0,734	0,056	1,944
37	Mankono	0,324	0,200	0,124	0,150	0,498
38	Sassandra	0,631	0,464	0,167	0,448	0,814
39	Soubré	1,000	0,476	0,524	0,446	1,554
40	Buyo	0,533	0,413	0,121	0,407	0,660
41	Tabou	0,760	0,512	0,248	0,485	1,035
42	Daoukro	0,425	0,350	0,076	0,347	0,504
43	Bocanda	0,562	0,376	0,186	0,376	0,748
44	Bongouanou	0,787	0,606	0,181	0,579	0,996
45	M'bahiakro	0,658	0,373	0,285	0,260	1,056
46	Toumodi	0,499	0,327	0,172	0,315	0,684
47	Djekanou	0,162	0,112	0,051	0,108	0,218
48	Tiebissou	0,446	0,279	0,167	0,231	0,662

## Bibliographie

- Aké G.-M. N'GBO (1994). L'efficacité productive des SCOP françaises: estimation et simulation à partir d'une frontière de production stochastique, *Revue Economique*, vol 45, n°1, pp 115-128.
- Audibert M., Mathonnat J., N'chen, Ma A., Yin A. (2003). Activité et performance des hôpitaux municipaux dans la province de Shandong, *communication, xxvième Journées des Economistes Français de la santé « Santé et Développement »*, Centre d'Etudes et de Recherche sur le Développement International, 26 p.
- Balcombe K., Davidova S., Latruffe L. (2005) Application of a double bootstrap to investigation of determinants of technical efficiency of farms in central Europe, INRA, Working paper 05-03
- Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational research*, n°2, pp 429-444.
- Coelli T. J (1996). A guide to DEAP version 2.1: A Data Envelopment Analysis Computer Program, *CEPA Working Paper*, n° 8/96, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, 50 p.
- Coelli T. J, Estache A, Perelman S, Trujillo L (2001). Introduction aux mesures d'efficacité pour les régulateurs des entreprises de services publics et transports, Version préliminaire 2001.
- Efron B. (1979). Bootstrap method: another look at Jackknife, *the annals of statistics*, 7 pp 1-26.
- Evans D.B., Tandon A, Murray C. JL, Lauer J.A. (2001). The comparative efficiency of national health systems in producing: an analysis of 191 countries, *GPE Discussion*, Paper n°29.
- Farrell M. J. (1957). The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, A 120, pp. 253-290.
- Leleu H. et Derveaux B. (1997). Comparaison des différentes mesures d'efficacité technique : application aux centres hospitaliers français, *Economie et Prévision*, n°129-130, Juillet-septembre 1997-3/4.
- Ministère de la santé publique (2002). Rapport sur la situation sanitaire en Côte d'Ivoire 1999-2000.

- Puenpatom R. A., Rosenman R (2006). Efficiency of Thai provincial public hospitals after the introduction of National Health Insurance Program, *Working paper series*, School of Economic Sciences, Washington University, February.
- Simar L., Wilson P.W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semiparametric models of production processes, *Journal of econometrics* n° 136, pp 31–64.
- Simar L., Wilson P.W. (2000). A general methodology for bootstrapping nonparametric frontier models. *Journal of Applied Statistics* vol 27 n°6, pp 779–802
- Simar L., Wilson P.W. (1998). Productivity growth in industrialized countries, Discussion Paper 9810, Institut de Statistique, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium.
- Tiehi Tito N. (2006). Analyse du modèle ivoirien de production de soins de santé: une évaluation de l'efficacité technique des hôpitaux publics, thèse de doctorat ès sciences économiques, Université d'Abidjan-cocody.
- Valdmanis V., Kumanarayake K., Lertiendumrung J. (2004). Capacity in Thai public hospitals and the production of care for poor and non poor patients, *Health Services Research*, vol 39 n°6 Part II, pp 2117–2134.