

Diagnostic de la performance de la production cotonnière en Côte d'Ivoire.

Kouakou III KOUAKOU

UFR des Sciences sociales de l'Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo
E-mail : mienwah@yahoo.fr

Résumé : Cet article traite de la mesure de la performance de la culture du coton en Côte D'Ivoire. L'objet essentiel est d'identifier les déterminants de l'efficacité ou de l'inefficacité des agriculteurs. A partir d'une frontière stochastique de production et d'une frontière de coût, nous avons estimé les niveaux d'efficacité technique, d'efficacité allocative et d'efficacité économique. Il ressort de cette analyse qu'aucune zone de production n'a le monopole de performances. L'inefficience constatée s'explique par le faible niveau d'encadrement et les fluctuations des prix bords-champs. En conséquence, l'amélioration de l'efficacité passe par une intensification du niveau d'encadrement technique des paysans et la mise en place d'une politique attrayante de prix.

Mots-clés : Coton – Efficacité allocative – Efficacité économique – Efficacité technique
Classification J.E.L. : R51 – R15 – R3 – C01

Performance diagnostic of cotton production in Côte d'Ivoire

Abstract : This article discusses the measurement of the performance of cotton in Côte d'Ivoire. The main purpose is to identify the determinants of the efficiency or inefficiency of farmers. From a stochastic frontier production and a cost frontier, we estimated the technical efficiency, allocative efficiency and economic efficiency levels. It is clear from this analysis that no production area has a monopoly performance. The inefficiency observed can be explained by the low level of supervision and fluctuations in prices edge-fields. Consequently, improving the efficiency requires greater technical assistance to farmers and the establishment of an attractive pricing policy.

Keywords: Cotton - Allocative efficiency- Economic efficiency- Technical efficiency
J.E.L. Classification:R51 – R15 – R3 – C01

1 Introduction

L'agriculture demeure la base de la plupart des économies ouest-africaines. Elle assure 30 à 50 % du PIB de la majorité des pays et représente la plus grande source de revenus et de moyens d'existence pour 70 à 80 % de la population. Elle constitue également une des principales sources de recettes d'exportation dont elle contribue pour 40% environ. Bien que les économies et la population de la région se diversifient actuellement vers d'autres activités (minières et pétrolières par exemple), il est probable que l'agriculture conserve encore une importance centrale pour les revenus et les moyens de subsistance dans un avenir proche.

En Côte d'Ivoire, la culture du coton demeure une des principales sources de revenu monétaire des régions Nord et Centre. Elle occupe plus de 150000 producteurs et nourrit directement ou indirectement près de 3,5 millions de personnes selon l'ARECA (2013). Aujourd'hui, le coton représente environ 10% du volume des exportations et occupe la 3e place après le cacao et le café. Il contribue à environ 1,7 % au Produit Intérieur Brut (PIB) et joue de ce fait un rôle important dans son économie. En termes de résultat, le chiffre d'affaire de l'industrie cotonnière se situe entre 100 et 120 milliards de Francs CFA dont 70 à 80% en devise (ARECA, 2013).

Ce dynamisme a été surtout soutenu par une politique d'investissements publics massifs et des subventions aux intrants, mis à la disposition des producteurs, dans le double souci de réduire les disparités régionales et d'assurer l'équilibre économique entre les différentes régions du pays.

Cependant, les problèmes actuels de faiblesse de productivité généralisée malgré l'existence de technologies plus ou moins performantes de productions ont autant de facteurs constatés ces dernières années et qui forcent à une analyse sur les modes d'allocations des ressources productives dans ce secteur de l'économie ivoirienne. D'où la nécessité de mesurer de façon plus exacte les performances actuelles sur la base des dotations propres en ressources des producteurs, de la technologie actuelle de production, des facteurs socio-économiques et des prix des intrants et des extrants.

Cela nous amène à estimer les niveaux actuels d'efficacité technique, allocative et économique de la production cotonnière pour quantifier les écarts entre les niveaux de performances obtenues et celles potentiellement possibles en vue de déterminer les marges de manœuvre pour l'augmentation de la production cotonnière.

Cet article se présente de manière suivante : la première section expose les concepts et les aspects méthodologiques de l'efficacité ; la seconde présente les modèles de frontière et les données relatives aux différentes zones de production ; quant à la troisième, elle indique les résultats de l'analyse.

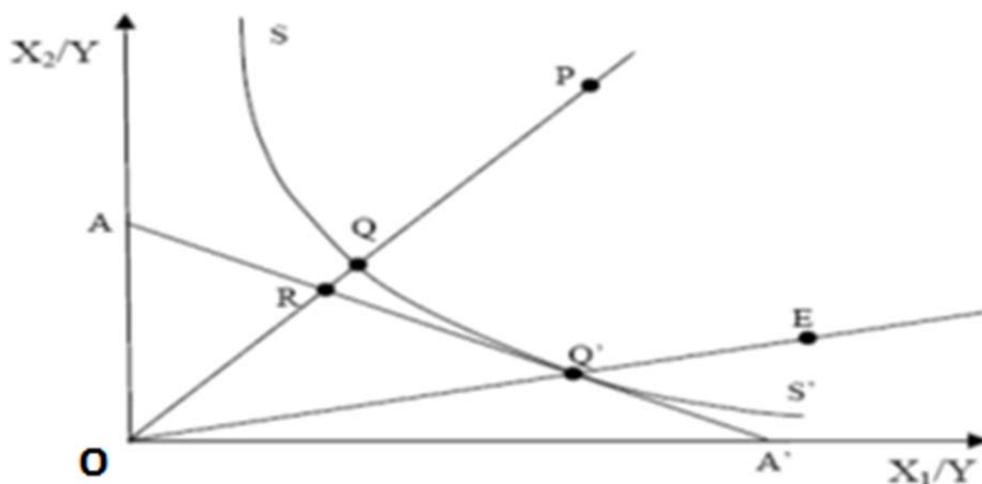
2. Approche théorique

2.1 Notion d'efficacité technique, allocative et économique

Selon Farrell (1957), l'efficacité technique mesure la manière dont une firme choisit les quantités d'inputs qui entrent dans le processus de production, quand les proportions d'utilisation des facteurs sont données (figure 1). L'efficacité prix ou efficacité allocative évalue la façon dont la firme choisit les proportions des différents inputs par rapport aux prix du marché, supposé concurrentiel. Théoriquement, un processus de production est dit allocativement efficace si le taux marginal de substitution entre chaque paire de facteurs est égal à la proportion du prix de ces derniers.

L'efficacité économique est déterminée par la combinaison de l'efficacité technique et de l'efficacité prix (figure 1).

Figure 1 : Représentation graphique de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative : cas de deux inputs et d'un output



Source : Farrell (1957).

L'isoquant SS' représente la frontière de production. Elle délimite, à sa droite, l'ensemble des combinaisons d'inputs techniquement faisables. Selon Farrell, l'efficacité technique de l'exploitation au point P est donnée par le rapport OQ/OP . L'efficacité technique est donc comprise entre 0 et 1. Tous les points situés sur la frontière de production sont techniquement efficaces et ont une efficacité technique égale à 1. Théoriquement, pour être allocativement efficaces, les firmes doivent égaliser leur taux marginal de substitution technique entre les deux inputs avec le rapport des prix des inputs déterminés par le marché. La droite (AA') représente graphiquement ce rapport des prix.

Le point Q correspond à la projection radiale de celui de P sur la frontière. Ceci assure qu'il possède les mêmes proportions d'input que P. En effet, Farrell mesure géométriquement l'efficacité allocative par le rapport OR/OQ . De même, l'efficacité allocative est comprise entre 0 et 1. Tous les points situés sur l'isocoût (AA') sont allocativement efficaces mais ne sont pas tous faisables. Selon Farrell, l'efficacité économique correspond à l'efficacité technique et à l'efficacité allocative réunies. Elle est obtenue au point Q'. L'efficacité économique au point P est égale au produit $TE*AE = OQ/OP * OR/OQ = OR/OP$. En conséquence, le point P n'est ni techniquement ni allocativement efficace. Le point Q, bien qu'il soit techniquement efficace, est allocativement inefficace. Les points P et Q ont la même inefficacité allocative car ils utilisent leurs inputs dans les mêmes proportions. Le point E est allocativement efficace mais techniquement inefficace.

Enfin, les points situés sur la droite OE sont tous allocativement efficaces mais seul le point Q' est techniquement efficace et il est aussi économiquement efficace. La mesure de l'efficacité technique (économique) d'une exploitation ou d'un secteur commence par l'estimation de sa frontière de production (coût ou profit). Les méthodes d'estimation des frontières et de l'efficacité sont multiples.

2.2 Méthode d'estimation de l'efficacité

Les méthodes d'estimation de la frontière peuvent être classées selon la forme prévue de la frontière, selon la technique d'estimation utilisée pour l'obtenir, et selon la nature et les propriétés supposées de l'écart entre la production observée et la production optimale. Le classement en fonction de la forme de la frontière permet de distinguer les approches paramétriques et les approches non paramétriques. L'approche paramétrique présente une fonction comportant des paramètres explicites (Cobb-Douglas, CES, translog,...).

Les frontières non paramétriques ont la particularité de n'imposer aucune forme préétablie à la frontière. Il s'agit des méthodes descriptives des frontières non paramétriques qui utilisent comme support la programmation linéaire ou la programmation quadratique. La nature des écarts entre la production observée et la production maximale différencie les frontières stochastiques des frontières déterministes. En effet, si l'on suppose que les écarts sont expliqués uniquement par l'inefficacité du producteur, on qualifie la frontière de nature déterministe ; si par contre on estime que les écarts sont expliqués à la fois par l'inefficacité du producteur et par des éléments aléatoires qui ne dépendent pas du producteur, on dit que la frontière est de nature stochastique.

Etant donné le caractère aléatoire de la production agricole en Côte D'Ivoire, lié à la nature du climat et aux fluctuations de prix des produits agricoles, le choix de la méthode paramétrique stochastique pour estimer l'efficacité technique nous paraît justifié. La méthode des frontières stochastiques développée par Aigner *et al.* (1977) et par Meeusen et van den Broek (1977) décompose l'erreur de la fonction étudiée en

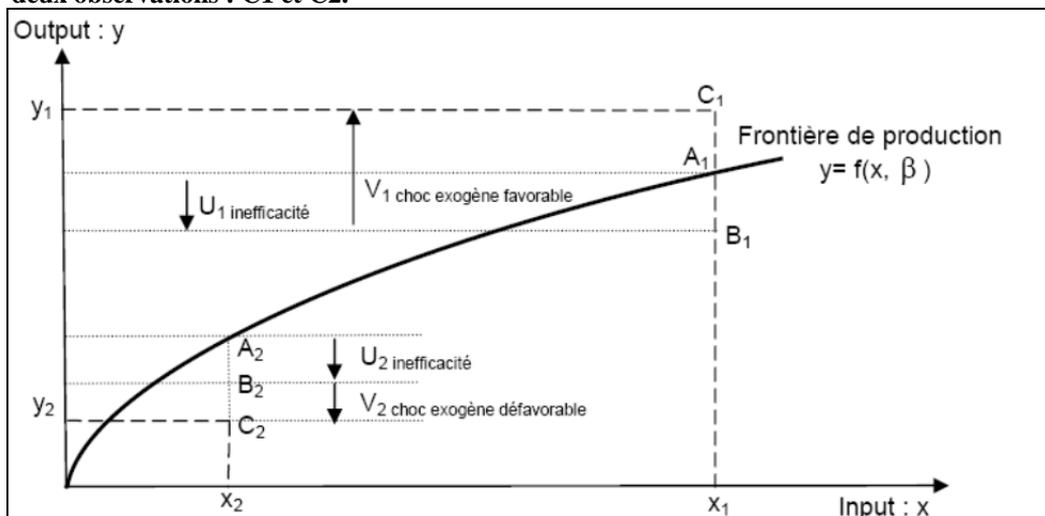
deux termes indépendants. Le premier représente les effets aléatoires et les erreurs de mesure, il est distribué de part et d'autre de la frontière de production. Le second terme qui représente le degré d'inefficacité productive est distribué d'un seul côté de la frontière de production.

Par hypothèse, le terme d'erreur aléatoire suit une distribution normale symétrique, tandis que le terme d'efficacité suit une distribution asymétrique définie positivement pour une fonction de coût et négativement pour une fonction de production et de profit. Les principales caractéristiques de la frontière stochastique sont illustrées dans la figure 2.

Les études sur l'efficacité ont le mérite d'indiquer le niveau de performance des secteurs et de déterminer les plans de production optimale. Il est aussi possible de déterminer les facteurs qui expliquent le niveau d'efficacité des producteurs.

La connaissance de ces facteurs permet d'améliorer la performance des producteurs à travers des recommandations de politiques publiques.

Figure 2 : Frontière de production stochastique, décomposition du terme d'erreur : cas de deux observations : C1 et C2.



Source : Leveque et Roy (2004).

L'observation C_1 représente une exploitation dont l'inefficacité (U_1) est compensée par les effets d'un choc exogène favorable (V_1). Par contre, l'observation C_2 représente une exploitation dont l'inefficacité (U_2) est aggravée par un choc exogène défavorable (V_2).

a) Modèle de la frontière de production stochastique

L'approche stochastique a été proposée simultanément par Aigner, Lovell et Schmidt (1977) et Meusen et Van Den Broeck (1977). Elle est basée sur le calcul économétrique qui permet d'estimer la frontière de production. Cette approche postule que le terme d'erreur est composée de deux parties indépendantes, soit une composante purement aléatoire (v) qui se trouve dans n'importe quelle relation et qui se distribue de chaque côté de la fonction de production (two-sided error term), et une composante représentant l'inefficacité technique (u). Le terme d'inefficacité (u) est supposé positif, repartit d'un seul côté de la frontière et suit une distribution semi-normale ou exponentielle.

Le modèle de la production frontière stochastique est présenté l'équation suivante:

$$Y = f(x, \beta) + (v - u) \quad (1)$$

$$u \geq 0; -\infty \leq v \leq +\infty$$

Par ailleurs v et u sont indépendants l'un de l'autre, ainsi que de x . La relation peut encore s'écrire sous la forme :

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i \quad (2)$$

avec $\varepsilon_i = v_i - u_i$ (a)

L'estimation du modèle peut se faire par le maximum de vraisemblance si l'on spécifie les distributions des termes d'erreur u et v .

b) La frontière stochastique de coût

La frontière stochastique de coût quant à elle permet de déterminer l'efficacité économique et par suite l'efficacité allocative de production. Selon le modèle présenté par Ogundari et Odjo (2006), la frontière de coût est spécifiée de la manière suivante :

$$C_i = g(Y_i, P_i, \alpha) + \varepsilon_{ii} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Où C_i : Représente le coût total de production

Y_i : Représente l'output,

P_i : Le coût des inputs,

α : Les paramètres de la fonction de coût et,

ε_i : Le terme d'erreur composé de deux éléments ($\varepsilon_i = U_i + V_i$) (b)

V et U présentent les mêmes caractéristiques comme dans le cas de la frontière stochastique.

C_i ? Réécrire les équations avec l'éditeur d'équation si les i sont des indices

a et b sont deux formules différentes. Que retenir ?

que représente ε_{ii} ?

Selon Coelli *et al.* (1998), l'estimation de la fonction des coûts par la méthode de maximum de vraisemblance donne une estimation plus appropriée des paramètres de la

fonction des coûts qu'une simple équation d'estimation. La méthode de maximum de vraisemblance a aussi l'avantage de calculer directement l'inefficacité allocative. Alors, dans le cadre de cette étude, la fonction frontière de production est estimée par la méthode du Maximum de vraisemblance (MV) à l'aide du logiciel Frontier 4.1. Elle consiste à construire la fonction de vraisemblance puis à déterminer les paramètres qui maximisent cette fonction. Ce logiciel de Frontier 4.1 fournit par itération les élasticités de la frontière de production, les scores d'efficacité technique et les coefficients des déterminants. Pour estimer la fonction de production frontière Y^* et les paramètres associés β , nous avons choisi la forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas.

2.3 Déterminants de l'efficacité

La mesure de l'efficacité permet d'identifier les gains potentiels de profit dans le secteur étudié. L'inefficacité résultante peut être expliquée par certains facteurs tels que la taille de l'exploitation, l'âge, l'expérience et l'éducation du chef de l'exploitation, etc., plutôt que par l'irrationalité des producteurs. Il est de ce fait intéressant de rechercher les sources de l'inefficacité et d'identifier les déterminants. Les producteurs et les pouvoirs publics peuvent agir sur ces déterminants ainsi identifiés pour améliorer l'efficacité globale du secteur.

Selon de nombreux chercheurs, entre autres Nkunjimana (2005), deux grands types de facteurs influençant l'efficacité technique et économique sont distingués :

- les facteurs endogènes à l'unité de production qui regroupent les aspects liés aux capacités managériales de l'organe de décision de l'entreprise lui-même ;
- les facteurs exogènes qui concernent l'environnement extérieur à l'unité de production.

Ces différentes dimensions seront exposées dans le cadre de cette étude et les plus significatives seront retenues et feront l'objet d'une analyse approfondie pour servir dans la prise de décision aussi bien pour les décideurs que pour les producteurs eux-mêmes.

3. Approche empirique

3.1 Données et caractéristiques socio-économiques de la zone d'étude

L'étude s'est essentiellement déroulée au Nord de la Côte d'Ivoire dans les zones cotonnières. Les données ont été collectées sur un échantillon de 850 producteurs dans quatre (4) départements (Korhogo, Ferké, Diawala, Ouangolo) et neuf cents (900) villages du bassin sont enquêtés. Le peuplement de cette partie du pays a été fait par les groupes socioculturels Voltaïques (encore appelé Gour) et Mandé. Le choix des villages vise à assurer le recoupement des contrastes internes à la région d'étude en tenant compte du gradient de diffusion de la culture du coton ainsi que les aspects socio-économiques et démographiques de la zone.

Les données collectées sont relatives à l'exploitation (rendement ; quantité et coûts des différents intrants de production ; prix de vente ; quantité, coût et durée de vie du petit outillage ; coût d'aménagement ; coût d'entretien des plantations, etc.) ; et aux caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs (sexe, niveau d'éducation formelle, situation matrimoniale, accès au crédit, taille du ménage, etc.). Pour réussir cette étude, on a adopté une démarche participative centrée sur l'étude des systèmes de production agricole et des pratiques socio-économiques.

Les caractéristiques des différentes zones se présentent comme suit:

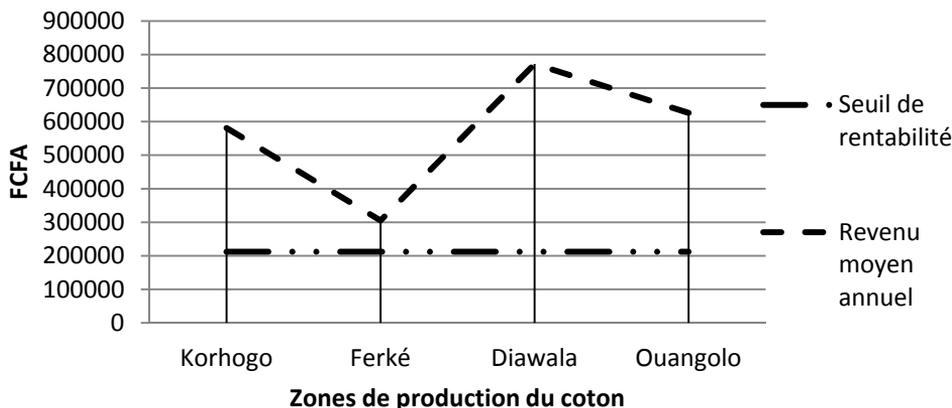
- **Diawala:** Première zone productrice du coton avec plus de 12000 Hectares de surfaces emblavées. Elle est située dans l'extrême Nord de la région de Korhogo. Dans cette zone à faible densité de population (environ 25 habitants au km²), le coton est la principale culture de rente des populations avec une surface unitaire coton de 7,25 hectares.
- **Ouangolo:** Deuxième zone de production avec près de 10000 hectares de surfaces emblavées, est également dans l'extrême Nord de la région de Korhogo. Cette zone-carrefour (Burkina et Mali) est une zone à forte densité de population (environ 90 habitants au km²) où la culture du coton aussi la principale culture de rente des populations avec une surface unitaire coton de 6,50 hectares.
- **Korhogo:** Troisième zone de forte production, avec près de 9500 hectares de surfaces emblavées est située également dans l'extrême Nord (Chef-lieu de région). Cette zone est à très forte densité de population (environ 125 habitants au km²) et le coton est la principale culture de rente des populations avec une surface unitaire coton de 4,50 hectares.
- **Ferké:** Quatrième zone de production de forte production avec environ de 8000 hectares de surfaces emblavées est également dans l'extrême Nord de la région de Korhogo. C'est une zone à forte densité de population (environ 86 habitants au km²) où le coton est la principale culture de rente des populations avec une surface unitaire coton de 6,50 hectares.

Dans la zone d'étude, plus de 85% de chefs de ménages ont entre 25 et 40 ans et ont un niveau d'étude secondaire ou tout au moins primaire. L'analyse de la rentabilité des différents systèmes de production permet de dire que le coton est une culture indispensable puisqu'il procure des revenus nets appréciables. Par ordre d'importance, nous avons:

- Coton: 37,07% des revenus annuels ;
- Maïs: 22,00% des revenus annuels ;
- Plantes fruitières: 21,69% des revenus annuels ;
- Riz pluvial: 10,65% des revenus annuels ;
- Sésame ou igname: 5,95% des revenus annuels ;
- Arachide: 1,75% des revenus annuels ;
- Mil: 0,86% des revenus annuels.

De plus, le seuil de rentabilité des exploitations du coton calculé est de 214 015 FCFA. En effet, selon l'étude 81% des producteurs des zones étudiées réalisent des résultats au-dessus de ce seuil. La figure qui suit établit nettement une relation entre le seuil de rentabilité et les revenus moyens par département.

Figure 3: Relation entre seuil de rentabilité et revenus moyens



Source : conçue sur la base des données d'enquête.

Avec des revenus moyens annuels compris entre 305 000 FCFA et 772 000 FCFA, les producteurs sont, en général, situés au-dessus du seuil de rentabilité et de ce fait ont une activité rentable. Parallèlement, dans 95% des villages sondés, en moyenne 64% des chefs de ménages vivent au-dessus du seuil de pauvreté (2 Dollars/jours) tandis que 39% vivent encore en dessous de ce seuil.

3.2 Descriptions des variables incluses dans les différents modèles

Dans le but d'analyser les indices d'efficacité, le rendement du coton obtenu par année de production a été calculé et les différents inputs ont été classés en quatre catégories : la quantité de semences utilisée à l'hectare, les quantités d'engrais et d'insecticide par hectare et la quantité de main d'œuvre utilisée en homme-jour par hectare. Les prix de ces différents inputs ont été utilisés dans la fonction de coûts. Le rendement moyen par campagne est de 4,7 tonnes de coton-graine par producteur. La quantité totale de semence utilisée est de 10 kg et varie considérablement d'une parcelle à une autre, variation liée au nombre de graines mises en poquet, à l'envergure des superficies emblavées.

Les quantités moyennes d'engrais (NPK et urée) et d'insecticides utilisées à l'hectare sont respectivement de 200 kg/Ha et d'environ 10 litres/Ha. La main d'œuvre totale regroupe la main d'œuvre familiale, d'entraide et temporaire (salarisée) utilisées par producteur sur sa parcelle. En moyenne, il est utilisé 250 hommes-jour par campagne et par producteur dans la zone d'étude. Une grande variation est observée en fonction des superficies. La dotation annuelle aux amortissements des équipements utilisés est estimée à 5800 FCFA environ pour un hectare de coton. Le prix de vente

retenu est le prix bord-champ pour la campagne qui est de 200 FCFA. Les prix des intrants sont les prix actuels du marché des pesticides en Côte D'Ivoire.

Le tableau 1 présente les variables du modèle.

Tableau 1: Statistiques descriptives des variables du modèle

Variable	Description	N	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
<i>PROD</i>	Production totale (kg)	850	4566,02	5625,08	267,00	43000,00
<i>SEM</i>	Quantité de semence utilisée (kg)	850	101,12	80,46	12,00	550,00
<i>HERB</i>	Quantité d'herbicide utilisé (Litres)	850	7,58	9,03	0,00	85,00
<i>ENGR</i>	Quantité d'engrais utilisé (kg)	850	822,6	1025,71	99,00	7250,00
<i>MOT</i>	Main-d'œuvre totale (homme-jour)	850	299,95	263,30	19,50	1906,40
<i>INSECT</i>	Quantité totale d'insecticide (Litres)	850	19,18	21,48	1,50	168,00
<i>AMORT</i>	Coûts fixes (FCFA)	850	18391,02	21105,50	216,00	140923,86
<i>SUP</i>	Superficie en coton (ha)	850	3,65	3,88	0,75	40,00

Source : Estimation à partir des données d'enquête, année

3.3 Estimation des indices d'efficacité technique

Dans la présente étude, les trois types d'efficacité (technique, allocative et économique) ont été estimés et la procédure à deux étapes a été adoptée. Ainsi, les différents indices d'efficacité ont été dans un premier temps déterminés à l'aide de la méthode production frontière stochastique "*stochastic frontier*" et dans un second temps, les facteurs affectant ces indices d'efficacité ont été analysés à l'aide d'un modèle Tobit.

La forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas donne le modèle suivant :

$$\ln(Prodi) = \ln(A) + \beta_1 \ln(Semi) + \beta_2 \ln(Engri) + \beta_3 \ln(Herbi) + \beta_4 \ln(Inseci) + \beta_5 \ln(Moti) + \beta_6 \ln(Capii) + \beta_7 \ln(Supi) + v_i - u_i \quad (4)$$

où :

i : représente le producteur *i*, *Prod* : la production totale récoltée (Kg), *Engr* : la quantité d'engrais utilisée (en kg/ha), *Sem* : la quantité de semences utilisée (en kg/ha),

Mot : la quantité de main-d'œuvre utilisée en homme-jour par hectare (hj/ha), *Insec* : la quantité d'insecticide utilisée (en L/ha), *Sup* : la superficie emblavée en coton, *Capi* : valeur totale des annuités des équipements utilisés dans la production du coton, V_i : variables aléatoires hors du contrôle des producteurs et qui sont supposées être indépendamment et identiquement distribuées selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance σ^2 [$V_i \approx N(0, \sigma^2)$], indépendantes des U_i ;

U_i : sont des variables aléatoires d'inefficacité technique et sont supposées être indépendamment et identiquement distribuées comme des variables aléatoires non négatives, obtenues par une troncature à zéro, de la distribution de type $N(\mu, \sigma^2)$

Les β , μ et σ^2 sont les paramètres à estimer par la méthode du maximum de vraisemblance (maximum likelihood method).

Ces paramètres sont les coefficients de la frontière de production dont les résidus permettront de déterminer les indices d'efficacité technique, et plus précisément par la formule suivante définie par Coelli et al (1998):

$$ET_i = \exp(-U_i) \quad (5)$$

3.4 Estimation des indices d'efficacité allocative et économique

Ces indices sont obtenus à travers la fonction frontière de coût qui peut être obtenue au moyen de la dérivation par dualité de la fonction frontière de production de type Cobb-Douglas ou Translog. Cette fonction prendra la forme fonctionnelle définie pour son équivalent primal qui est la fonction frontière de production. Le développement de la forme Cobb-Douglas se présente comme suit :

$$\ln(C_i) = \ln(A) + \beta_1 \ln(P_{semi}) + \beta_2 \ln(P_{engri}) + \beta_3 \ln(P_{herbi}) + \beta_5 \ln(P_{insecti}) + \beta_6 \ln(P_{capi}) + \beta_7 \ln(Prod_i) + v_i - u_i \quad (6)$$

Où :

C_i représente le coût total de production (exprimée en Francs CFA) du producteur

P_{sem} : est le prix moyen de la semence de coton. Etant donné que les semences sont fournies gratuitement au producteur, le coût d'opportunité de cette semence a été évalué pour chaque producteur. Ce prix est exprimé FCFA par kilogramme.

P_{engr} : correspond au prix moyen des intrants agricoles utilisés (Urée et NPK), exprimée en FCFA par kg au niveau du producteur i .

P_{herb} : correspond au prix moyen des herbicides utilisés, exprimé en FCFA par litre au niveau du producteur i .

P_{insect} : représente le prix moyen des insecticides utilisés. Il est exprimé en FCFA par litre.

P_{mot} : est le prix moyen de la main-d'œuvre totale (main-d'œuvre salariée et main-d'œuvre familiale), exprimée en FCFA par homme-jour au niveau du producteur.

P_{capi} : représente le prix moyen de tous les petits matériels agricoles utilisés par le Producteur i . Il représente les annuités des équipements et est estimé en FCFA.

$Prod$: la production totale récoltée par le producteur i , exprimée en kilogramme.

L'erreur est constituée des composantes V_i (variables aléatoires hors du contrôle des producteurs) et U_i .

Pour ce qui concerne les coefficients agissant sur l'inefficacité, les variables exogènes et socio-économiques caractérisées par un coefficient non significatif ont été prises en compte.

4. Résultats et discussion

La présentation des résultats se fera en trois phases. Il s'agira d'abord d'indiquer les résultats de l'estimation de la frontière de production, ensuite de présenter les scores d'efficacité, technique, allocative et économique et enfin de mettre en relief les déterminants de l'efficacité des producteurs de coton. Pour obtenir les résultats de l'estimation de la frontière de production, nous avons eu recours à la méthode de maximum de vraisemblance mise en œuvre par le programme Frontier 4.1.

4.1 Estimation de la fonction frontière de production

L'approche stochastique a été utilisée pour l'estimation de la frontière de production à cause de la spécificité de l'agriculture dans les pays africains (l'existence des facteurs sources d'inefficacité et non maîtrisables par les producteurs). Les estimateurs de la méthode du maximum de vraisemblance des paramètres de la frontière de production ont été obtenus à l'aide du programme FRONTIER 4.1c (Coelli et al, 1998). Les résultats issus de ces estimations sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2: Estimation des paramètres de la frontière de production stochastique de type Cobb-Douglas

Variabiles explicatives	Coefficients	Valeurs	t-test
Constance	β_0	5,01**	0,58
Semence	β_1	0,03	0,07
Herbicide	β_2	-0,01*	0,01
Engrais	β_3	0,12*	0,08
Main d'œuvre	β_4	-0,17*	0,09
Insecticide	β_5	0,24*	0,05
Coûts fixes (amortissements)	β_6	-0,01	0,03
Superficie emblavée	β_7	0,76*	0,15
	Paramètres d'efficience		
	$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$	0,31*	0,05
	$\gamma = \sigma^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$	0,64*	0,16
Log de vraisemblance		-71,76	
Test du ratio de vraisemblance		3,48	
Degré de liberté		6	

Niveau de signification : * = 10%, **=5%, ***= 1%

Source : Estimation à partir des données d'enquête, année

Ces résultats portent sur l'ensemble des quatre (4) départements observés sur la période de 2012 à 2013. La valeur de γ nous enseigne que l'écart par rapport à la frontière est expliqué par l'inefficacité des zones de production du coton à 64%. L'évaluation de (γ) , significativement différente de zéro, indique l'existence des inefficacités productives. Ce résultat signifie que l'écart entre la production observée et la production potentielle des zones étudiées est en partie dû à leur inefficacité. Par ailleurs, (γ) est significativement inférieur à 1, ce qui justifie l'importance du terme d'erreur stochastique v . Plus la valeur de (γ) se rapproche de 1, plus la différence entre les résultats issus d'une estimation stochastique et ceux d'une estimation déterministe est faible (Wautabouna O., 2009).

En effet, dans le cas de notre étude, 36% des écarts entre la production observée et la production potentielle des quatre (4) grandes zones de production du coton sont liés à des effets aléatoires y compris à des erreurs de mesure, ce qui peut provenir de la nature des données, qui sont des moyennes à l'échelle des départements.

4.2 Estimation de la frontière de coûts

Pour une analyse plus approfondie, nous considérons à présent la frontière de coût telle identifiée dans l'équation 6. La frontière du coût dual est dérivée, analytiquement, de la frontière de la production stochastique. Elle a permis d'estimer et de décomposer l'efficacité économique en deux composantes : efficacité technique et allocative. Les résultats sont présentés dans le tableau 3 par zone de production du coton.

Tableau 3: Comparaison des scores d'efficacité technique, d'efficacité allocative et d'efficacité économique par départements

Départements	Efficacité technique %			Efficacité allocative %			Efficacité économique %		
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
Diawala	43,72	76,88	96,00	48,34	67,5	75,93	16,29	59,39	64,8
Ouangolo	31,21	76,06	93,7	38,17	66,2	77,79	26,11	59,49	62,00
Korhogo	51,18	64,2	72,64	56,18	78,63	81,9	29,02	52,7	57,54
Ferké	37,04	48,53	68,19	18,80	46,2	77,00	53,47	53,47	58,1

Source : Estimation à partir des données d'enquête, année

Les résultats de la frontière de coût inspirent les commentaires suivants : aucune zone n'est efficace à 100%. Les scores d'efficacité obtenus permettent de conclure que le département de Diawala est le plus efficace aussi bien au niveau technique qu'économique. Dans cette zone, les paysans valorisent mieux les ressources productives que les autres. Viennent ensuite par ordre d'efficacité, les départements d'Ouangolo, Korhogo et Ferké. Ferké est le département le moins efficace tant techniquement qu'économiquement. Ce qui pourrait expliquer le faible niveau de revenus des exploitants de ce département. Les résultats montrent également que l'indice d'efficacité technique moyenne varie de 48,53% à 76,88%. Par contre, le niveau élevé de l'efficacité dans certains départements peut s'expliquer par une plus grande maîtrise de la production (itinéraires techniques de la culture du coton) liée à la

présence d'organismes d'appui technique au coton (CIDT, ARK, ANADER, LCCI, IVOIRECOTON, SECO etc.).

Les plus faibles niveaux d'efficacité technique sont observés dans les départements de Korhogo et de Ferké et dénote des besoins plus grands en appui technique pour une amélioration de la productivité des facteurs. Cependant, les valeurs maximums d'efficacité technique de plus de 96% obtenues, montrent qu'il existe des producteurs de coton très performants car très proches de la frontière de production. En effet, au vu des résultats, il pourrait exister des réels potentiels en réduction des coûts de production pour les exploitants de chaque département en maintenant constant le niveau de production. Ainsi, respectivement, pour les différentes zones de production cotonnière, nous avons :

- **Diawala** : 54,45% pour les moins efficaces contre 19,92% pour les producteurs moyens ;
- **Ouangolo** : 66,69% pour les moins efficaces contre 18,82% pour les producteurs moyens ;
- **Korhogo** : 29,54% pour les moins efficaces contre 11,62% pour les producteurs moyens
- **Ferké** : 45,68% pour les moins efficaces contre 28,83% pour les producteurs moyens.

Dans l'ensemble, les indices de l'efficacité allocative varient de 18,80% à 81,9%. Il peut alors exister des réels besoins de réductions des coûts des inputs pour atteindre le meilleur niveau d'efficacité allocative.

Par zone de production, nous pouvons donc avoir :

- **Diawala** : 36,33% de réductions des coûts des inputs pour les moins efficaces contre 11,10% pour les producteurs moyens ;
- **Ouangolo** : 50,93% de réductions des coûts des inputs pour les moins efficaces contre 14,89% pour les producteurs moyens ;
- **Korhogo** : 31,40% de réductions des coûts des inputs pour les moins efficaces contre 3,99% pour les producteurs moyens
- **Ferké** : 75,58% de réductions des coûts des inputs pour les moins efficaces contre 4,00% pour les producteurs moyens.

L'effet combiné de l'efficacité technique et allocative donne l'efficacité économique de la production cotonnière qui indique un niveau variant entre 16,29% et 64,8% pour l'ensemble des zones étudiées. Ces chiffres montrent en fait qu'il existe au Nord de la Côte d'Ivoire des potentiels non encore valorisés en économie de coût des intrants et en production cotonnière.

En somme, nous pouvons remarquer qu'il existe encore des réserves de productivités à valoriser pour augmenter la part du marché dans le commerce international de la fibre et pour accroître des retombées à tous les maillons de la filière et même améliorer le niveau de développement économique et social des zones étudiées. Cependant, la mise sur pied d'une telle politique nécessite une bonne compréhension des déterminants des niveaux d'efficacité.

4.3 Facteurs déterminant le niveau d'efficacité des producteurs de coton

Les résultats issus du modèle Tobit concernant l'explication des niveaux d'efficacité technique, économique et allocative des différentes zones de production sont présentés dans le tableau 4. Ces résultats concernent l'effet explicatif des facteurs retenus des niveaux d'efficacité et leur significativité. Nous avons eu recours au modèle Tobit pour tenir du caractère tronqué (entre 0 et 1) des scores d'efficacité.

Tableau 4 : Déterminants des scores d'efficacité dans les quatre zones de production du coton

Déterminants	Efficacité technique		Efficacité allocative		Efficacité économique	
	Coef.	t-test	Coef.	t-test	Coef.	t-test
Constance	1,6568***	8,5093	0,5354	1,207	0,7452***	6,0325
Age de l'exploitant	-0,003*	-2,37	0,2236**	2,4276	0,114*	1,7538
Niveau d'alphabétisation	-0,05	-0,12	-0,0357	-0,819	-0,13	-0,55
Expérience dans la production du coton	0,0319***	4,0421	0,0540***	3,5092	0,0211**	1,9876
Niveau d'instruction	-0,03	-0,12	-0,0327	-0,810	-0,113	-0,255
Activité principale, culture du coton	0,7443*	-6,9327	0,2822	1,6233	-0,3093**	-2,4481
Accès au crédit	-0,1433***	-3,8177	0,4554***	5,6753	0,2734***	4,9083
Conditions climatiques	-1,23***	-2,95	0,2236**	2,4276	0,114*	1,7538
Prix de vente des années antérieures	-0,03**	-1,97	0,2534***	6,6356	0,1754***	3,9082
Accès à la vulgarisation	0,4951 10 ⁻⁰⁵ **	-1,7223	0,7948 10 ⁻⁰⁷	1,4009	0,8666 10 ⁻⁰⁸	0,2146
R ²	0,93578	-	0,88679	-	0,77024	-
Log likelihood	153	-	115	-	147	-

***significatif à 1% ; ** significatif à 5% ; * significatif à 10%

Source : Estimation à partir des données d'enquête, année

Nous supposons, dans cette étude que les facteurs qui affectent le niveau d'efficacité technique, allocative et économique des quatre zones de forte production du coton sont les suivants: âge du producteur (variable continue) ; niveau d'alphabétisation (variable binaire : 0=non et 1=oui) ; expérience dans la production du coton (variable continue) ; niveau d'instruction (variable binaire :0=non et 1=oui) ; activité principale, culture du coton (variable binaire :0=non et 1= oui) ; accès au crédit (variable binaire : 0=non et 1=oui) ; conditions climatiques favorables (variable binaire :0=mauvaise saison et 1= bonne saison) ; accès à la vulgarisation (variable binaire :0=non et 1= oui) ; Prix de vente du coton des années antérieures (variable continue) ; utilisation d'au moins un intrant chimique (variable binaire :0=non et 1= oui).

Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence d'une corrélation entre les niveaux d'efficacité et certains facteurs retenus :

a) Age de l'exploitant

La relation négative entre l'âge de l'exploitant et le niveau d'efficacité technique montre que les producteurs les plus âgés sont moins efficaces que les plus jeunes exploitants. Cela peut se justifier par le fait que les premiers n'ont pas assez de contact avec les services d'appui technique et de vulgarisation. De plus, ils sont peu disposés à adopter les nouvelles technologies agricoles. L'âge du gestionnaire d'une exploitation peut avoir une incidence négative sur la productivité et l'efficacité technique à cause des réserves manifestées par les agriculteurs âgés envers le changement et de leur incapacité ou leur réticence à adopter les innovations technologiques. C'est ce que constatent Brümmer et Loy (2000) pour les exploitations laitières en Allemagne entre 1987 et 1994, Hadley (2006) pour différents types de production en Angleterre et au Pays de Galles entre 1982 et 2002, Latruffe *et al.* (2008) pour les exploitations polonaises entre 1996 et 2000 et Lambarra *et al.* (2009) pour les exploitations espagnoles productrices de céréales-oléagineux protéagineux entre 1995 et 2003.

b) Niveau d'instruction et d'alphabétisation

Les résultats mettent en évidence l'inexistence d'une corrélation entre le niveau d'instruction et l'efficacité. Ces résultats montrent que la scolarisation n'est pas un moyen efficace pour améliorer la production et la productivité agricole en milieu rural ivoirien. Cette assertion est soutenue par les résultats des travaux de Nuama E. (2006). Ceux d'Audibert et al et de Gurgand (1999) réalisés en Côte D'Ivoire confirment ces résultats. Cela peut s'expliquer par le fait que les ménages ruraux instruits se détournent en général de l'activité agricole.

c) Expérience dans la production du coton

L'effet du nombre d'années d'expérience sur les niveaux d'efficacité est significatif et positif. Ce qui signifie que le nombre d'années de pratique de la culture du coton améliore l'allocation des ressources productives et favorise des économies de coût d'intrants et entraîne une amélioration de la performance économique des exploitants.

d) Activité principale, la culture du coton

La culture du coton en tant qu'activité principale est significative avec un signe positif. Les producteurs qui ont pour activité principale la culture du coton sont les plus efficaces et allouent d'une meilleure façon les ressources productives à la production. Les résultats des travaux de Gnonna Soul-Kifouly (2007) réalisés au Bénin confirment cette assertion. Néanmoins, la relation négative entre cette variable et le niveau d'efficacité économique peut se justifier par le fait qu'en Afrique subsaharienne les exploitants les plus spécialisés sont les moins efficaces économiquement. Ceci peut s'expliquer par les risques liés aux conditions climatiques (faible rendement/mauvaise saison) et la fluctuation des prix des produits agricoles. Albouchi L. et al (2005) soutient cette thèse.

e) Accès aux crédits

Selon Charlotte F. (2008), si un cultivateur utilise un crédit pour ses activités, il sera plus efficace, ce qui confirme l'effet bénéfique attendu d'un recours aux crédits. Selon Nuama (2010), l'obtention de crédit réduit certaines contraintes de la production, principalement l'acquisition d'intrants et le recours à une main d'œuvre salariée pour certaines cultures. Dans le cas de cette étude, l'accès aux crédits a un effet statistiquement significatif sur le niveau d'efficacité. La corrélation positive entre cette variable et le niveau d'efficacité économique et allocative est distinguée. Par contre, l'effet négatif des crédits sur le niveau d'efficacité technique peut être expliqué par le fait que les producteurs ne sont pas en voie d'intensification de leur système de production. Dans le cas de la production cotonnière, la main d'œuvre familiale est privilégiée. De plus, chaque exploitant bénéficie d'une dotation en intrants distribuée par les compagnies cotonnières. Les crédits obtenus sont détournés de leur objectif pour d'autres besoins non agricoles. D'ailleurs, c'est ce qui justifie cette relation négative. Le crédit n'est pas utilisé de façon efficace par les exploitants.

f) Conditions climatiques

La culture du coton est saisonnière et pluviale. Elle est soumise aux aléas climatiques. C'est ce qui explique cette significativité. C'est d'ailleurs une des caractéristiques de l'agriculture paysanne en Côte D'Ivoire.

g) Prix de vente du coton des années antérieures

Au regard des résultats, les prix de vente des années antérieures ont un effet statistiquement significatif sur le niveau de la production en cours. Plus les prix des années passées sont bas, moins les paysans sont motivés pour les campagnes futures et vice versa. De 2011 à 2012, la désorganisation de la filière cotonnière en Côte D'Ivoire après la crise postélectorale a sans doute provoqué une mévente du coton, ce qui pourrait justifier la relation négative entre cette variable et l'efficacité technique. Néanmoins, la relation positive entre le niveau d'efficacité économique et allocative est distinguée.

h) Accès à la vulgarisation

L'encadrement technique est une variable importante pour l'efficacité technique et le signe positif obtenu implique que les producteurs qui reçoivent un nombre élevé de visites d'agent d'encadrement sont techniquement plus performants. Le niveau d'efficacité technique faible dans certaines localités peut s'expliquer par un faible niveau d'assistance de la part des agents d'encadrement. Pour augmenter l'efficacité des producteurs, le dispositif d'encadrement devra être renforcé afin de permettre une fréquence des visites. Il est donc recommandé que les services de vulgarisation intensifient l'encadrement technique. L'accent doit être mis sur l'utilisation des techniques les plus rentables telles que le respect des périodes de semis, la fertilisation des sols, éléments déterminants pour la productivité et donc de l'efficacité technique et économique. Ceci corrobore les résultats de Fadegnon et al (2002) repris par Matthess et al (2005) qui montrent que pour chaque retard d'un jour sur le semis occasionne une perte de 30 Kg sur le rendement. L'enfouissement de l'engrais pourtant recommandé est de nos jours, négligé par la grande majorité des producteurs.

Au total, nous pouvons retenir que cette inefficacité est essentiellement déterminée par l'accès à la vulgarisation et le prix de vente du coton aux paysans. Aussi, à la lumière de ces résultats, des propositions pour une meilleure utilisation des ressources productives peuvent être formulées en tenant compte de ces variables.

5. Conclusion

Les objectifs de cette étude sont d'évaluer, comparer, d'expliquer les niveaux d'efficacité technique, d'efficacité allocative et d'efficacité économique et de discuter des possibilités d'amélioration de la production et de la productivité des exploitations cotonnières en Côte D'Ivoire. Cette étude tire sa justification à la faveur de la baisse de la production et de la productivité constatée dans les bassins cotonniers ivoiriens. Aussi des interrogations se sont-elles posées : est-il possible d'améliorer la performance économique de la filière coton ? Quels sont alors les déterminants de cette efficacité ou de cette inefficacité ?

Pour cela, nous avons présenté des mesures de l'efficacité technique, allocative et économique pour un échantillon de 850 exploitants dans quatre (4) départements. L'estimation d'une frontière de production stochastique et l'analyse des scores d'efficacité ont permis de montrer l'existence d'un différentiel d'efficacité entre les zones de production du coton. L'écart important entre les degrés d'efficacité de ces zones de production montre qu'il y a d'énormes possibilités d'accroître leur efficacité. L'estimation d'un modèle Tobit a permis alors d'identifier les facteurs explicatifs de l'inefficience des exploitants.

Il s'agit entre autres de l'accès à la vulgarisation et des fluctuations du prix bord-champ du coton. Quant aux marges de manœuvre pour améliorer le niveau de la performance économique des zones étudiées, elles peuvent à court terme se concentrer sur la définition d'une bonne politique de prix, de l'intensification de l'encadrement

technique des paysans en recrutant beaucoup plus de conseillers agricoles et à long terme sur la modernisation de la production du coton.

Remerciements

L'auteur tient à remercier vivement l'ensemble des compagnies cotonnières et des structures et organisations non gouvernementales d'appui au secteur rural pour le soutien logistique et matériel.

Références bibliographiques

- Aigner et al. (1977), Formulation and estimation of stochastic Frontier Production Function Models, *Journal of Econometrics*, 6(1): p. 21-37.
- Albouchi, L., Bachta, M. et Jacquet, F. (2005), Estimation et décomposition de l'efficacité économique des zones irriguées pour mieux gérer les inefficacités existantes, Actes de séminaire Euro-méditerranéen, Sousse, Tunisie.
- Amara et al. (2000), Mesure de l'efficacité technique, revue de littérature, Centre de recherche en économie agroalimentaire (CREA), Série recherche 00.07, 32 p.
- Ambapour (2001), Estimation des frontières de production et mesures de l'efficacité technique, BAMSI, Document de travail, DT 02/2001, 27 p.
- ARECA (2013), Filière coton, Bulletin bimensuel d'information des acteurs des filières coton et anacarde en Côte D'Ivoire, N°0001/Mars 2013. 4p.
- Audibert M., Mathonnat J., Nzeyimana I., Henry M.-C. (1999), Rôle du paludisme dans l'efficacité technique des producteurs de coton dans le nord de la Côte d'Ivoire, *Revue d'Économie du Développement*, volume spécial « Santé et Développement », vol. 4, p. 121-148.
- Bachta et al. (2002), Efficacité technique des exploitations céréalières de la plaine de Sers (Tunisie), *Mediterranean Journal of economics, agriculture and environment*, 1 (2) : p. 41-45.
- Banker et al. (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, Vol. 30, p. 1078-1092.
- Brümmer, B. et Loy, J.-P. (2000), "The technical efficiency impact of farm credit programmes: a case study in Northern Germany", *Journal of Agricultural Economics*, vol. 51, no 3, p. 405-418.
- Chaffai M.E (1997) (a), Estimation de frontières d'efficacité : développements récents, *Revue d'économie du développement*, 3 : p. 33-67.
- Chaffai M.E (1989) (b), Estimation des frontières de production et de l'inefficacité technique, *Economie et Prévision*, n° 91, p. 67-73.

- Charlotte F. (2008), Production et efficience technique des riziculteurs de Guinée, Economie Rurale, p. 19-32.
- Charnes et al. (1978) (a), Measuring the efficiency of European Journal of Operations Research, Vol. 2, p. 429-444.
- Coelli T. (1996) (b), A guide to frontier Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation, Australia, Centre for Efficiency and productivity analysis, University of New England, midale, NSW, 2351, CEPA working paper 96/07.
- Coelli et al. (1998) (c), An introduction to efficiency and productivity analysis, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Coelli et al. (2004) (d), Diversification economies and specialization efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea, Agricultural Economics, vol. 31, p. 229-239.
- Debreu G. (1951), the coefficient of resource utilization, Econometrica, 19, p. 273-292.
- Emrouznyad et al (2004), Data Envelopment Analysis and performance Management, 4th International Symposium of DEA 5th – 6th September 2004, Aston Business School, Aston University UK.
- Fadégnon B., Gérardeaux E., Okry F. (2002), Etude des pratiques paysannes et diagnostics des facteurs de variation du rendement des cotonniers au Bénin, PARCOB, composante 1.
- Farell M. J. (1957), The measurement of productive efficiency, Techniques and Applications, England, Oxford, Oxford University Press.p. ?
- Gnonna Soul-Kifouly (2007), Analyse des déterminants de l'efficacité de la production cotonnière au Benin, Mémoire de Master, Académie Universitaire Louvain, 78 p.
- Hadley, D. (2006), *Efficiency and Productivity at the Farm Level in England and Wales 1982 to 2002*, Report for the Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Londres, Royaume-Uni, mars. p ?
- Herrero et al. (2002), Estimation of technical efficiency: a review of some of stochastic frontier and DEA software, Computers in Higher Education Economics review (CHEER), the Higher Education Academy, Economics Network, Volume 15, Question 1, 2002. p ???
- INTERCOTON (2010), La filière coton de Côte D'Ivoire: Importance et difficultés, Rapport d'activité, 31P. www.intercoton.org
- Koopmans T.C (1951), An analysis of production as an efficient combination of activities, in T.C Koopmans, (Ed) Activity analysis of production and allocation, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph n°13, Wiley, New York, p. 33-97.

- Kumbhafar et al. (2000), Stochastic frontier analysis, Cambridge University Press.
- Lambarra, F., Stefanou, S. et Sarra, T., Gil, J. (2009), "The impact of the 1999 CAP reforms on the efficiency of the COP sector in Spain", *Agricultural Economics*, vol. 40, p. 355-364.
- Latruffe, L., Balcombe, K. et Davidova, S. (2008), "Productivity change in Polish agriculture: an application of a bootstrap procedure to Malmquist indices", *Post-Communist Economies*, vol. 20, no 4, p. 449-460.
- Leibenstein H (1966), Allocative Efficiency vs X-Efficiency, *American Economic Review*, Vol. 58, Juin. p. ??
- Leveque (J.), ROY (W.) (2004), Quelles avancées permettent les techniques de frontière dans la mesure de l'efficacité des exploitants de transport urbain ? Université Lumière Lyon 2, Laboratoire d'Economie des Transports, communication aux XIV^{èmes} journées du SESAME à Pau, les 23, 24 et 25 septembre 2004, France.
- Mathess, A., Van den Akker, E., Chougourou, D. et Midingoyi, G.S. (2005), Compétitivité et durabilité de cinq systèmes culturaux cotonniers dans le cadre de la filière, ProCGRN/GTZ et MAEP. p. ???
- Meeusen W et al. (1977), Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error, *International Economic Review*, Vol. 18, p. 435-444.
- Murillo-Zamorano L.R. (2004), Economic efficiency and frontier techniques, *Journal of Economic Surveys*, 18 (1): p. 33-77.
- Nkuzimana, T. (2005), Une filière agro-industrielle en mutation : cas de la filière théicole au Burundi, thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université Catholique de Louvain, Belgique. p. ???
- Nuama E. (2006) (a), Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte D'Ivoire, *Economie rurale*, p. 39-53.
- Nuama E. (2010) (b), L'efficacité technique des riziculteurs ivoiriens : la vulgarisation en question, *Economie Rurale*, p. 39-47.
- Ogundari, K. et Odjo, S. (2006), An examination of technical, economic and allocative efficiency of small farms: the case study of cassava farmers in Osun state of Nigeria, Dept. of Agricultural Economics and Extension, Federal University of Technology, Akure, Nigeria. p.
- Wautabouna O. (2009), Analyse de l'efficacité économique en Côte D'Ivoire, CIRES, PEDN°11/2008. p.

