



---

## ANALYSE DE L'EFFICACITE TECHNIQUE DES PRODUCTEURS D'ANACARDE AU MALI : CAS DE LA REGION DE BOUGOUNI

**Drissa DIALLO**

Enseignant chercheur des Universités

Bamako - Mali

**Drissa DOUMBIA**

Enseignant chercheur

Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)

Bamako – Mali

**Daouda M TRAORE**

Enseignant chercheur

Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)

Bamako - Mali

---

### Résumé :

L'étude vise à évaluer l'efficacité technique des producteurs d'anacarde dans la région de Bougouni, au Mali, en utilisant une approche économétrique basée sur la frontière de production stochastique (SFA). Elle repose sur un échantillon de 123 ménages producteurs, répartis dans sept villages. L'objectif de cette étude est de mesurer les scores d'efficacité technique à l'aide d'une fonction de production de type Cobb-Douglas et Translog et d'identifier les facteurs socioéconomiques et techniques influençant cette efficacité.

La méthodologie utilisée est l'utilisation du modèle Frontière pour estimer les paramètres. Les variables explicatives sont : superficie, main-d'œuvre, produits phytosanitaires, taille du ménage, etc... et les variables d'inefficacité sont : âge, sexe, encadrement, appartenance à une coopérative, santé, épargne, etc.

Les résultats montrent que l'efficacité technique moyenne est 42% indiquant un potentiel d'amélioration important, la superficie est un facteur de production le plus significatif et positif, le rendement d'échelle est constant 1,02, **Gamma ( $\gamma$ )** : 0,927, indiquant que l'inefficacité technique explique une grande part de la variation de la production et **Lambda ( $\lambda$ )** : 1,659, confirmant la présence d'inefficacité technique. Le **nettoyage des champs** est le seul facteur d'inefficacité significatif, mais paradoxalement associé à une inefficacité accrue, probablement en raison de mauvaises pratiques.

En somme nous pouvons dire que les producteurs n'exploitent pas pleinement leur potentiel productif. Il est possible d'augmenter la production sans coûts supplémentaires par une meilleure gestion des ressources.

Nous recommandons à l'Etat de renforcer la formation, améliorer l'encadrement, et soutenir les structures de recherche et de vulgarisation agricole.

**Mots clés : Efficacité technique, Anacarde, Bougouni, Frontière de production stochastique (SFA), Fonction Translog**

**Abstract:**

The study aims to evaluate the technical efficiency of cashew producers in the Bougouni region of Mali using an econometric approach based on the Stochastic Frontier Analysis (SFA). It is based on a sample of 123 farming households spread across seven villages.

The objective is to measure technical efficiency scores using Cobb-Douglas and Translog production functions and to identify the socioeconomic and technical factors influencing this efficiency.

The methodology involves using the Frontier model to estimate parameters. The explanatory variables include land area, labor, phytosanitary products, household size, etc., while the inefficiency variables include age, gender, extension services, cooperative membership, health, savings, etc.

The results show that the average technical efficiency is 42%, indicating significant room for improvement. Land area is the most significant and positive production factor. The returns to scale are constant at 1.02. The Gamma ( $\gamma$ ) value of 0.927 indicates that technical inefficiency accounts for a large part of the variation in production, and Lambda ( $\lambda$ ) of 1.659 confirms the presence of technical inefficiency. Field cleaning is the only significant inefficiency factor, but paradoxically associated with increased inefficiency, likely due to poor practices.

In conclusion, producers are not fully utilizing their productive potential. It is possible to increase production without additional costs through better resource management.

We recommend that the government strengthen training, improve extension services, and support research and agricultural outreach institutions.

**Keywords:** Technical efficiency, Cashew, Bougouni, Stochastic Frontier Analysis (SFA), Translog function

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.16412570>

---

## 1 Introduction

L'Anacardium ou anacarde est un arbre qui provient de la région amazonienne situé plus précisément dans le Nord-Est du Brésil et du Sud du Venezuela (Agence Espagnole de Coopération Internationale pour le Développement, AECID, 2017). Selon (Kolliesuah et al., 2020), la noix de l'anacardier est le troisième comestible après l'arachide et l'amande. L'anacardier est très important car son fruit est comestible, sa noix, encore appelée noix de cajou, est utilisée dans l'alimentation quotidienne. La noix est utilisée comme croquette au même titre que l'arachide. En plus, l'enveloppe de la noix est utilisée dans la médecine traditionnelle » d'une part et d'autre part c'est un produit qui fournit des revenus substantiels (Togola et al. 2020). L'utilisation de ses sous-produits et l'augmentation de sa consommation ont permis d'accroître sa demande comparativement aux autres fruits à coque (Adesanya et al., 2021). Les dernières statistiques ont montré clairement un taux d'accroissement mondiale de 7 à 10% par année avec une demande estimée à 4,5 millions de tonnes en 2023 (Adesanya et al., 2021). Depuis une décennie, les études ont prouvé que l'équilibre tourne autour de 3 000 000 de tonnes. En outre, la tendance de l'offre et de la demande est en hausse. Cette tendance a été estimée à 4 200 000 tonnes pour une offre d'environ 3 500 000 T à l'horizon 2020 (Gbaguidi, 2020). Les résultats sont des indicateurs encourageants pour les producteurs qui

évoluent dans cette activité. Dans une étude, (N'djolosse et al., 2020) ont prouvé que le continent africain produit plus de 55% de l'offre mondiale et l'Afrique de l'Ouest en est devenue le principal pôle de production et produit au moins 90% de l'offre Africaine.

Le Mali fait partie des pays producteurs de l'anacarde dans la sous-région. L'anacarde est cultivé dans 266 communes. Sa production est estimée à environ 90 000 tonnes et occupe plus de 200 000 personnes en milieu rural, au Mali, auxquelles elle apporte des recettes d'exportations évaluées à environ 32,5 milliards de francs CFA. Le verger d'anacardier au Mali est en moyenne de 0,5 ha et son rendement se situe entre 250 kg et 350 kg. Le Mali est classé cinquième pays producteur-exportateur mondial après l'Inde, la Côte d'Ivoire, le Vietnam, la Chine et la Guinée Bissau. Notre pays Mali pourrait dépasser ce rang au regard des vastes superficies cultivables pour l'anacarde à condition qu'il y ait une volonté politique claire que des mesures idoines soient prises en faveur de la valorisation de la filière (Togola et al, 2020). (Ghaguidi, 2000) a montré dans une de ses études que la moyenne de la production de l'anacarde est 800kg/ha au Ghana. (Coulibaly et al, 2000) affirme aussi que la moyenne est 1000kg/ha en Guinée Bissau. En Inde, Vietnam et le Brésil, on trouve également les rendements qui atteignent parfois les 2000kg/ha (Ricaud, 2013). Partant de ces constats, on peut dire que les rendements des producteurs de la région de Bougouni sont loin de celui de l'international et régional.

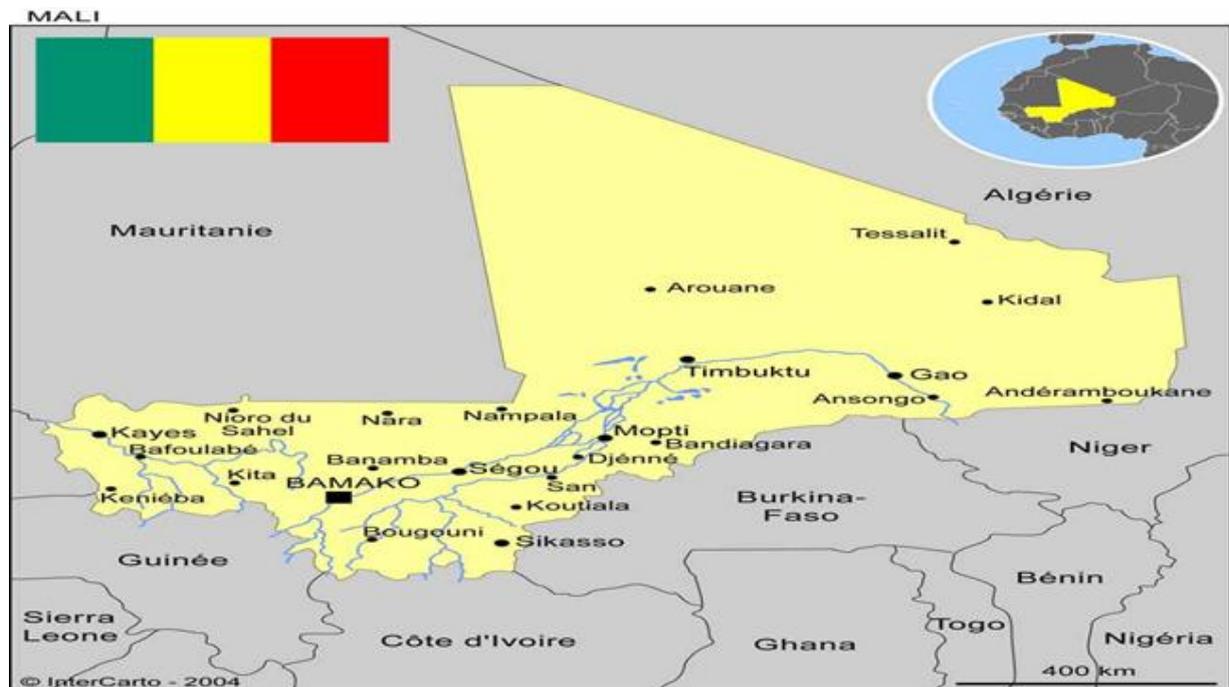
L'objectif de cette étude est d'analyser l'efficacité technique des producteurs d'anacarde de la région de Bougouni. De façon spécifique, il s'agit de mesurer les scores d'efficacité technique à partir d'une fonction de production frontière de type Cobb-Douglas et d'identifier les variables sociodémographiques et techniques qui influencent l'efficacité technique des producteurs d'anacarde de la région de Bougouni.

## **2. Méthodologie**

### **2.1 Zones de étude**

L'étude a été menée dans la région de Bougouni. Celle-ci fait partie des 19 régions du Mali, avec le nouveau découpage administratif. Cette région est située à 170 km au sud-est de Bamako et 210 km à l'ouest de Sikasso. En bambara, Bougouni signifie « petite case ». Elle possède les coordonnées géographiques suivantes : Latitude : 11.4177, Longitude : -7.48323 11° 25' 4" Nord, 7° 28' 60" Ouest. La population est composée essentiellement de Bambara, de Miniankas de Peuls, mais on y trouve les Miniankas, les Bobo, les Sano et autres. L'économie de la région de Bougouni est essentiellement basée sur l'agriculture, l'élevage, le commerce, et l'artisanat.

Le sous-sol est riche en minerais (lithium, mines, aluminium, nickel, diamant). L'essentiel des transactions se fait dans les foires hebdomadaires.



Source: Google MPAS

## 2.2. Sources des données

L'échantillonnage des ménages producteurs d'anacarde a été effectué dans sept villages les plus importants en termes de production d'anacarde issus des cercles de la région de Bougouni. Le nombre de village a été déterminé en divisant la taille de l'échantillon par un quota minimum statistiquement acceptable fixé à 17 ménages pour cette étude.

Au sein de chaque cercle, deux villages ont été tirés de façon aléatoire. Les unités d'échantillonnage sont les ménages producteurs d'anacarde. La taille de l'échantillon d'analyse a été de 123 ménages producteurs d'anacarde.

Les répondants étaient les chefs de ménage. Ils ont été sélectionnés de façon aléatoire dans la liste des producteurs de chaque village. Les informations ont été obtenues au moyen d'un questionnaire structuré qui a permis de collecter des données qui se rapportent à la campagne de production 2021-2022 et concernent principalement : les caractéristiques sociodémographiques des ménages, les caractéristiques du système de production d'anacardier, les facteurs de production et les aspects organisationnels. Les questions ont été adressées individuellement à chaque chef de ménage.

### 2.3.Choix du modèle, les variables et leurs descriptions

La frontière de production stochastique (SFA<sup>1</sup>) est une méthode permettant d'estimer une frontière de production à caractère paramétrique et un score d'efficacité technique spécifique à chaque unité de décision. Elle décompose l'erreur ( $\varepsilon$ ) de la fonction étudiée en deux éléments indépendants. D'abord, une composante symétrique permettant des variations purement aléatoires, reflétant les erreurs de mesure, la mauvaise spécification du modèle (variations liées à des variables non prises en compte dans le modèle) et les facteurs incontrôlables impliquant que l'agriculteur n'a aucun pouvoir décisionnel pour améliorer son efficacité. Ces facteurs ne peuvent pas être négligeables, notamment dans l'agriculture qui est toujours affectée par des aléas climatiques récurrents et des catastrophes naturelles répétitives impactant la productivité des exploitations agricoles. L'intégration de ce terme donne la nature stochastique à ce type de frontière d'efficacité. Ensuite, une composante asymétrique qui traduit le degré d'inefficacité des agriculteurs en rapport à la frontière (la défaillance technique). Cette décomposition du terme d'erreur conduira par conséquent à une mesure plus précise de l'efficacité technique.

L'approche stochastique a été initialement et indépendamment proposée par (Aigner et al. 1977 ; Meeusen et Van den Broeck 1977) pour prendre en compte les limites de la fonction frontière déterministe. (Jondrow et al. 1982) ont contribué à l'amélioration de cette méthode pour permettre l'estimation des indices d'efficacité technique spécifique à chaque entreprise.

La formulation se présente comme suit :

$$Y_i = f(X_i ; \beta)e^{v_i - u_i}$$

Avec  $i = 1, 2, \dots, n$  ( $n$  = taille de l'échantillon).

La variable  $Y_i$  désigne la production de l'agriculteur (entreprise)  $i$  ;

$f(X_i ; \beta)$ , est la fonction de frontière de production de l'agriculteur ;

Les variables  $X_i$  désignent les quantités de chacun des inputs qui serviront à produire  $Y_i$  ;

$\beta$  est le vecteur des paramètres associés à  $X_i$  à estimer ;

Le terme d'erreur ( $\varepsilon_i$ ) est scindé en deux parties :

$$\varepsilon_i = v_i - u_i$$

---

<sup>1</sup> Stochastic Frontier Analysis.

Le terme aléatoire  $v_i$  est associé aux facteurs aléatoires qui ne sont pas sous le contrôle de l'exploitant agricole comme le climat, les inondations, l'invasion d'oiseaux dévastateurs, des vents violents etc., et aux erreurs de mesure et autres erreurs statistiques. Tandis que  $u_i$  représente la variable aléatoire traduisant l'inefficacité technique, en termes de production de l'exploitant  $i$ . Ainsi on peut écrire que :

$$U_i = \sum_{i=1}^n \delta_i Z_i + w_i$$

Où  $Z_i$ , sont les variables explicatives de l'inefficacité technique ;  $\delta_i$ , vecteur de paramètres inconnus à estimer qui mesure l'impact des variables exogènes  $Z_i$  sur l'inefficacité ;  $w_i$ , terme d'erreur aléatoire indépendant. Par hypothèse, les deux termes suivent des distributions indépendantes. Ainsi, les  $v_i$  sont indépendamment et identiquement distribués (i.i.d) selon la loi normale  $(0, \sigma_v^2)$ , et les  $u_i$  sont définies positivement pour une fonction de coût et négativement pour une fonction de production et de profit avec une distribution asymétrique et indépendante de celle des  $v_i$ . Ils sont indépendants et distribués selon une loi normale tronquée à zéro avec une moyenne  $\mu_i$  et une variance  $\sigma_u^2$  ( $\mu_i, \sigma_u^2$ ). La méthode du maximum de vraisemblances (maximum likelihood estimation) est utilisée pour estimer les paramètres du modèle.

Le niveau d'efficacité technique du producteur  $i$  est donné par la formule suivante définie par (Coelli et al. 1998) :

$$ET_i = e^{-u_i}$$

L'interprétation des résultats est basée sur les expressions mathématiques suivantes, qui sont présentées en termes de paramètres de variance :

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \text{ et } \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \text{ avec } 0 \leq \gamma \leq 1$$

Le ratio de variance  $\gamma$  est un indicateur important dans la spécification et la validation du modèle. Il mesure la part de la contribution de l'erreur due à l'inefficacité technique ( $\gamma$ ) dans la variabilité totale de l'output.

#### 2.4. La fonction transcendantale logarithmique

Afin de caractériser la combinaison productive sans recourir à des hypothèses structurelles particulières<sup>2</sup>, les spécifications courantes de type Cobb-Douglas<sup>3</sup> ou CES<sup>4</sup>, doivent être abandonnées au profit de forme flexible qui n'importe a priori aucune restriction sur la structure de la production. Celles-ci peuvent être considérées comme des approximations de second ordre, deux fois différentielles (dérivables), de n'importe quelle technologie (Fuss, McFadden, Mundlak, 1978 ; Chambers, 1988).

Le concept de forme flexible linéaire et la mise en évidence de leur propriété d'approximation de second ordre ont été définis par (Diewert 1971). Ces spécifications permettent d'approximer le niveau de la production, le gradient, et le hessien de toute fonction en un point, le point d'approximation. Comme ces informations sont les seules à être nécessaires pour définir les caractéristiques de la combinaison productive, une forme flexible possède donc les mêmes caractéristiques que la vraie technologie au point d'approximation. La forme flexible la plus couramment utilisée, et que nous retiendrons par la suite, est la fonction Translog définie par (Christensen, Jorgensen et Lau 1971). Celle-ci s'écrit :

$$\ln(y) = \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln(x^i) + \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln(x^i) \ln(x^j) + \varepsilon^i$$

Avec  $y$ , la production ; les  $\beta_0$ ,  $\beta_i$ ,  $\beta_{ij}$ , les paramètres inconnus à estimer et  $x^i$ , les facteurs de productions.

La flexibilité d'une Translog peut être illustrée en comparant les élasticités dérivées de cette formulation à celles issues d'une Cobb-Douglas : les élasticités des facteurs et rendements d'échelles sont constants pour une fonction Cobb-Douglas, alors qu'ils dépendent du niveau des facteurs pour une Translog. De même, l'élasticité de substitution d'Allen est unitaire dans le cadre Cobb-Douglas, alors qu'aucune valeur ne lui est imposée dans un cadre Translog. Il est à noter que la fonction de Cobb-Douglas est emboîtée dans celle de Translog. Ainsi étant donné la formule précédente, si les  $\beta_{ij}$  sont égal à 0, alors elle sera réduite à la formule suivante :

<sup>2</sup> Elasticité des facteurs sont constant,  $\varepsilon_i = \beta_i$ . Elasticité partielle des substituts est unitaire,  $AES_{ij} = 1$ .

<sup>3</sup> Fonction de production largement utilisée en économie. Elle a été proposée et testée économétriquement par deux (2) américains, Paul Douglas et Charles Cobb en 1928 d'où le nom Cobb-Douglas.

<sup>4</sup> La fonction CES (Constant Elasticity of Substitution) introduite par Arrow et al. (1961) a l'avantage de généraliser la fonction de Leontief et de Cobb-Douglas tout en dépendant d'un nombre limité de paramètres.

$$\ln(y) = \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln(x^i) + \varepsilon^i$$

## 2.5. Les variables et leurs descriptions

La variable dépendante  $Y_i$  qui représente la production totale de l'exploitation obtenue au cours de la campagne agricole. Elle est exprimée en kilogramme (kg).

### Les inputs

La consommation intermédiaire ou les facteurs de productions utilisés dans le processus de production. Par hypothèse, les variables inputs  $x_i$  sont les principaux facteurs sans lesquels il sera difficile (voir impossible) de cultiver de l'arachide et d'avoir une production voisinant la moyenne agronomique. Ces facteurs se présentent comme suit:

- La terre ( $x_1$ ) : La superficie agricole est le premier facteur de production en agriculture. Elle correspond à la superficie mise en valeur par l'exploitant, et elle est exprimée en hectare (ha).
- Les semences ( $x_2$ ) : les graines améliorées ou hybrides cultivées par l'exploitant selon ses moyens. Elles sont exprimées en kilogramme (kg).
- L'ure ( $x_3$ ) : Il s'agit des fertilisants minéraux et organiques, des produits phytosanitaires. Il est exprimé en kilogramme (kg) selon la taille de l'exploitation.
- Le DAP ( $x_5$ ) : Le phosphate diammonique est un engrais granulé NP, c'est-à-dire qui contient du phosphore soluble dans l'eau et de l'azote ammoniacale. Il peut être utiliser sur tous types de sols et de cultures. Il est exprimé en kg.
- La main d'œuvre familiale ( $x_6$ ) : Les membres de la famille de l'exploitant au cours de la production. Elle est exprimée en nombre de personnes active dans l'exploitation tout au long de la période de productions.
- La main d'œuvre salariale ( $x_7$ ): Les personnes contractuelles employés par l'exploitant au cours de la production. Elle est exprimée en nombre de personnes percevant un salaire.
- La main d'œuvre entre-aide ( $x_8$ ) : Les personnes travaillant dans l'exploitation sans contrepartie salariale. Elle est exprimée en nombre de personnes fournissant leur aide.

## 2.6. Les variables d'explication de l'inefficacité

Les variables  $Z_i$  représentent les caractéristiques socioéconomiques susceptible d'agir sur l'efficacité des exploitants agricoles. Ces variables sont importantes et complémentaires, leur absence ou insuffisance peut avoir des effets sur l'efficacité technique. Il s'agit de :

- Age ( $z_1$ ) : Les producteurs les plus âgés ont tendance à développer une certaine expertise et un savoir-faire concernant les meilleures techniques d'utilisation des inputs. Cela dit qu'ils deviennent plus efficaces par rapport aux jeunes producteurs. Il est à noter aussi que les producteurs sont sensés se perfectionner dans le temps et dans l'espace pour stimuler leur productivité entraînant ainsi une amélioration de la performance économique.
- Dans ce cas les agriculteurs les plus âgés sont donc limités vis-à-vis de la réception de nouveaux programmes de vulgarisation et des séances de formations par rapports aux jeunes.
- Encadrement ( $z_2$ ) : Il semble évident qu'un producteur encadré possède une grande réceptivité en matière d'accumulation de connaissances et il est donc capable d'assimiler plus rapidement et de façon continue les formations. Sachant que ces formations se portent très généralement sur l'amélioration des techniques de productions, l'organisation et la gestion du travail ou encore sur des matériels et des semences.
- Sexe ( $z_3$ ) : Du point de vue sociale, le sexe joue un rôle important dans la gestion de la vie de tous les jours dans nos campagnes. Malgré que les femmes soient nombreuses à avoir des champs, étant donné aussi qu'elles doivent faire des tâches ménagères quotidienne, on suppose que les hommes ont un temps de travail beaucoup plus conséquent que celui des femmes.
- Accès aux crédits ( $z_4$ ) : C'est un indicateur important de la capacité à financer une exploitation agricole, un outil de financement de l'activité économique et de la production agricole.
- Appartenance à une coopérative de producteurs ( $z_5$ ): La mise en place d'une organisation de producteurs (coopérative) permet de mieux aborder les défis qu'attend les producteurs. C'est un moyen d'avoir accès à l'information qui est capitale dans la production économique.

- Emploi secondaire ( $z_6$ ) : L'importance d'une seconde activité après l'agriculture, pour un cultivateur est non négligeable et en dit long sur sa performance productive.
- Santé ( $z_7$ ) : De tous les facteurs explicatifs de l'efficacité, la santé est sans doute celui qui est primordial. Pour pouvoir travailler à plein temps tout au long de la campagne agricole et espérer une bonne récolte, il faut être en forme mentalement et physiquement.
- Epargne ( $z_9$ ) : Il permet de juger la santé financière du producteur d'arachide. C'est notamment un indicateur sur la capacité d'un exploitant à s'auto financer.

### 3. Revue théorique et empirique

#### 3.1. Revue théorique

Dans la littérature économique, les méthodes d'estimation de la frontière de production peuvent être classées selon les formes fonctionnelles prévues, selon la technique d'estimation utilisée, et selon la nature de l'écart entre la production observée et la production optimale (Albouchi et al., 2005). Par ailleurs, on note qu'il est possible de synthétiser les différentes méthodes d'estimation en deux approches : l'approche non paramétrique et l'approche paramétrique. La première considère que la frontière d'efficacité est déterminée en fonction des meilleures unités de l'échantillon, tandis que la seconde considère une fonction d'efficacité connue à priori.

Avant d'explicitier le cadre conceptuel qui guide notre travail de recherche, il est pertinent d'exposer sommairement les fondements théoriques. La notion d'efficacité a fait l'objet d'une multitude d'études et de recherches scientifiques. En effet, plusieurs auteurs ont alors tenté successivement, pendant plus d'un demi-siècle, d'éclaircir ce concept. Les auteurs dont les noms suivent ont été les premiers à s'intéresser au concept d'efficacité et leurs travaux sont considérés comme le point de départ de la construction du concept.

Koopmans (1951) était le premier à proposer une mesure du concept d'efficacité, relative à l'analyse de la production. Il a proposé une formalisation de l'efficacité technique qui permet de décomposer l'efficacité technique en une efficacité d'échelle et une efficacité technique pure. Debreu (1951) était le premier à le mesurer<sup>5</sup> empiriquement, à travers les coefficients d'utilisation des ressources pour décrire le maximum d'une réduction proportionnellement équitable de tous les inputs permettant au processus de production de subsister.

---

<sup>5</sup> Des mesures de ratio extrant-intrant

Farrell (1957), est arrivé à fournir un outil de raisonnement théorique fondé sur le concept microéconomique du taux marginal de substitution. C'est ainsi qu'il a été le premier à définir clairement le concept d'efficacité économique et à le diviser en deux termes : efficacité technique et d'efficacité allocative. C'est ce dernier qui est adopté aujourd'hui par la littérature économique qui identifie trois formes d'efficacité dans les activités productives, notamment l'efficacité technique, allocative et économique (Amara et Romain, 2000). Mais les travaux pionniers de Farrell (1957) sur la mesure de l'efficacité technique ont suscités l'intérêt des scientifiques quant au développement de cette approche pour répondre aux diverses questions de mesure de performance d'une entreprise. Selon cet auteur, l'efficacité technique est réalisée lorsque, pour un niveau donné de production, il est impossible d'obtenir une quantité produite plus importante avec les mêmes quantités d'intrants. Autrement dit, c'est la capacité de l'entreprise à se situer sur la frontière des possibilités de production. Dans le cas contraire, l'entreprise opère sous sa frontière de production. Dans ces conditions, elle est techniquement inefficace.

### **3.2. Revues empiriques**

Plusieurs études ont été mener sur l'approche SFA pour estimer l'efficacité productive des exploitations agricoles et notamment dans plusieurs filières de l'agriculture.

Plus récemment, (Chogou et al. 2017) ont estimé le niveau d'efficacité technique des petits producteurs d'ananas au Bénin en utilisant la méthode des frontières de production stochastiques qui a été appliquée sur un échantillon représentatif de 135 exploitants membres du réseau des producteurs d'ananas du Bénin. Les résultats ont montré que, dans l'ensemble, les producteurs d'ananas ne sont pas efficaces techniquement. Ils ont un niveau d'efficacité technique moyen de 67%.

Ben Nasr et al. (2016), ont mesuré l'efficacité technique des exploitations irriguées en utilisant une fonction de production de frontière stochastique de type Cobb-Douglas. Les résultats du modèle estimé montrent un score d'efficacité techniques moyen de 75%. Les raisons évoquées pour expliquer ce score sont : le droit d'accès à l'eau, le mode de détention de la terre, la structure de la main-d'œuvre et le revenu extra-agricole.

Ndegue Fongue et al., (2014), ont eu recours à l'approche de frontière stochastique pour analyser l'efficience technique et environnementale des producteurs agricoles du bassin de la rivière Chaudière localisée au sud de la ville de Québec. Ces résultats indiquent un score moyen d'efficience technique de l'ordre de 77,17%.

L'étude conclut également que le niveau d'éducation élevé et l'expérience des producteurs améliorent l'efficacité alors que l'âge est considéré comme un facteur de réduction des performances.

Albouchi et al., (2007), dans leurs études à travers des données de panel, ont estimé aussi une frontière de production stochastique pour examiner les déterminants de la performance des exploitations tunisiennes dans le bassin versant du Merguellil, en Tunisie Centrale.

Les résultats démontrent qu'il existe un différentiel d'efficacité technique entre les zones étudiées avec des scores variant entre 96% et 64,2%. La variabilité des scores d'efficacité technique est déterminée par plusieurs facteurs. Il ressort plus précisément que l'accès aux crédits et l'économie de l'eau sont les facteurs qui affectent positivement le niveau d'efficacité technique des producteurs.

#### **4. Résultats et discussions**

##### **4.1. Résultats**

Les paramètres d'estimation du maximum de vraisemblance de la fonction de production stochastique ont été obtenus en utilisant le programme , FRONTIER 4.1 (Coelli, 1994). Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Résultats de l'estimation de la fonction de production stochastique**

Variables	Coefficients	t-ratio
<b>Frontier</b>		
lsuperficie	0.812***	(5.95)
IMO	-0.024	(-0.15)
ltailmenag	0.136	(0.67)
lprodphyto	0.091	(0.51)
lsuperficie_Sq	-0.445*	(-1.76)
IMO_Sq	-0.167	(-0.65)
ltailmenag_Sq	-0.509	(-1.63)
lprodphyto_Sq	0.465	(1.59)
lsuperficie_MO	0.266*	(1.69)
lsuperficie_tailmenag	0.388*	(1.82)
lsuperficie_prodphyto	-0.453**	(-2.46)
IMO_tailmenag	-0.103	(-0.55)
IMO_prodphyto	0.005	(0.02)
ltailmenag_prodphyto	0.144	(0.66)
_cons	0.703**	(2.37)
<b>Paramètres d'inefficacité</b>		
sexe	-0.953	(-1.26)
age	0.002	(0.23)
Statmatri	-1.898	(-1.56)
OP	-1.250	(-1.34)
niveaueduc	-0.014	(-0.10)
revenucommerce	-0.486	(-0.71)
revenuorpail	-0.682	(-1.46)
lecimagelecouron	0.008	(0.02)
nettoyage	2.578*	(1.74)
formation	-3.912	(-0.47)
_cons	1.270	(0.92)
<b>Diagnostic statistiques</b>		
Sigma-square ( $\delta^2 = \delta^2u + \delta^2v$ )	0.7908***	(3.39)
Gamma ( $\gamma = \delta^2u/\delta^2$ )	0.92755***	(4.10)
Lambda ( $\lambda$ )	1.659***	(5.77)
Average = TE	0.42	

**Source: des auteurs**

Les valeurs entre parenthèses sont les ratios de student

\* : significatif au seuil de 10 %

\*\* : significatif au seuil de 5%

\*\*\* : significatif au seuil de 1 %

Les résultats de l'estimation des niveaux d'efficacité technique renseignent que les producteurs ont un niveau d'efficacité technique moyenne de 0,42. soit seulement 42% de leurs performances qu'ils utilisent, compte tenu de la technologie dont ils disposaient. En effet, la

production peut être accrue sans coût supplémentaire, avec une utilisation optimale des ressources disponibles.

Le rendement d'échelle est égal à la somme des élasticités des facteurs de production significatifs. Il s'élève à 1,02. Ce chiffre est sensiblement égal à l'unité.

La conclusion est que les rendements d'échelle sont constants au niveau des producteurs d'anacarde de la localité. Le paramètre gamma ( $\gamma$ ) est significatif et différent de zéro soit ( $\gamma = 0,927$ ). Ce qui permet de déduire que toute déviation de la production réelle par rapport à celle potentielle est due en partie à une inefficacité de l'agent. Ce qui justifie tout le sens de la détermination des facteurs impactant cette inefficacité. De plus les résultats donnent un lambda ( $\lambda$ ) supérieur à l'unité ( $\lambda = 1,659$ ) et significatif à 1%. Ce qui indique qu'il y a présence d'inefficacité technique au niveau des planteurs. Le rendement potentiel n'est pas encore atteint. Aussi, cette valeur de  $\lambda$  montre que les planteurs pouvaient atteindre les rendements actuels avec une quantité moindre d'intrants. Il se pose donc ici le problème de formation des planteurs (y compris la main d'œuvre).

#### **4.2.La fonction de production**

L'estimation de la production potentielle grâce à une fonction transcendante logarithmique a permis de déceler une relation significative lorsque les variables sont croisées entre elles. Ce qui veut dire que la restriction en une fonction de production de type Cobb-Douglas demeure insuffisante dans ce cas de figure. En ce qui concerne les variables explicatives prises individuellement, seul le coefficient relatif à la superficie utilisée s'est révélé significatif. En guise d'interprétation de ce résultat, concernant la superficie, une augmentation supplémentaire d'un are de la taille de la parcelle induit une hausse de la production de 0,812 kg. L'estimation révèle également que, lorsque la superficie est doublée toutes choses égales par ailleurs cela induit une diminution de la production.

Le coefficient lié à la main œuvre s'est montré négatif et non significatif. Il est impensable voire impossible que la production se fasse sans ce facteur. La fonction transcendante logarithmique a permis de pallier ce manquement en mettant en exergue d'autres relations significatives qui impliquent cette variable. Même si cette dernière, de manière individuelle, n'a pas été significative, elle l'est devenue lorsqu'elle a été combinée à d'autres. Les relations superficie - main d'œuvre et superficie – taille ménage sont significative et positive. Le croisement entre les variables renseigne sur la nature de l'effet de la combinaison de ces variables dans la production (Donkoh et al, 2013). Lorsque le signe du coefficient associé aux variables en

question est positif, cela veut dire que ces deux variables ont des effets complémentaires dans la production. Dans le cas contraire, les effets sont substituables. C'est ainsi que les effets entre superficie - main d'œuvre et superficie – taille ménage sont complémentaires.

#### **4.3.La fonction d'inefficacité technique**

En dehors du facteur nettoyage, les autres variables ont enregistré des coefficients non significatifs. Le résultat montre que le système de nettoyage des champs ne contribue pas à diminué l'inefficacité des producteurs. Ce qui va à l'encontre de ce qui était attendu. L'explication qui pourrait être avancée après investigation est que le nettoyage des champs n'est pas assuré de façons recommandées. Il est donc compréhensible qu'ils ne maîtrisent pas mieux les bonnes pratiques culturales des champs d'anacarde.

#### **5. Discussion des résultats**

La superficie joue un rôle central dans la production, avec un effet positif significatif. Cependant, l'impact de la superficie sur la production diminue à mesure qu'elle augmente, comme l'indiquent les termes au carré. Les variables comme les matières organiques, la taille du ménage, et les produits phyto n'ont pas d'impact statistiquement significatif sur la production, bien que certaines relations aient été observées. Les interactions entre certaines variables, comme la superficie et les matières organiques ou, la taille du ménage, montrent un impact positif sur la production, mais l'effet reste modéré. Le nettoyage semble être un facteur important pour réduire l'inefficacité de la production, tandis que d'autres facteurs comme le sexe, l'âge et l'éducation n'ont pas montré d'effets significatifs. L'efficacité technique moyenne des producteurs est de 42 %, ce qui suggère qu'il y a un potentiel d'amélioration important dans la gestion des ressources pour augmenter la production.

En somme, les producteurs pourraient améliorer leur production en optimisant l'utilisation de la superficie et en adoptant des pratiques comme le nettoyage, tout en cherchant à améliorer leur efficacité technique globale.

## 6. Conclusions et recommandations

La présente étude s'est fixée comme objectifs de déterminer et apprécier le niveau d'efficacité technique des producteurs d'anacarde dans la région de Bougouni d'une part et d'autre part d'identifier et analyser les déterminants de l'efficacité technique. Pour la réalisation de cette étude, nous avons utilisé la méthode paramétrique stochastique avec la procédure d'estimation en une étape. Ainsi, nous avons pu obtenir simultanément le niveau d'efficacité technique et identifier les déterminants. Les données mobilisées pour notre étude proviennent d'une enquête primaire menée auprès des ménages producteurs d'anacarde dans sept villages issus des cercles de la région de Bougouni. Un échantillon de 123 producteurs a été retenu pour notre étude après traitement de l'échantillon.

L'analyse statistique et économétrique des données a permis de confirmer selon laquelle les producteurs de la zone sont techniquement inefficace. Le déterminant de la fonction de production est la superficie, quant aux facteurs main d'œuvre et produits phytosanitaires, ils se montrent non significatifs. L'évaluation de l'efficacité technique des producteurs a montré qu'ils sont moyennement efficaces à 42% avec une variabilité faible. Donc la production peut être accrue sans coût supplémentaire, avec une utilisation optimale des ressources disponibles. Au regard des déterminants de l'inefficacité technique des producteurs de, il ressort que le système de nettoyage des champs ne contribue pas à diminuer l'inefficacité des producteurs. Sur la base de ces résultats, nous recommandons :

La dotation de moyens supplémentaires aux organismes de recherches et de développement rural, cette proposition est importante car lorsqu'elle se réaliserait, les chercheurs et les formateurs pourraient étendre leurs interventions aux milieux les plus reculés. Ce qui leur permettrait de bien mesurer les contraintes auxquelles les producteurs sont confrontés et d'apporter des solutions idoines.

## REFERENCES

1. Aigner D. J., Lovell C. A. K. and Schmidt P. (1977), « Formulation and estimation of Stochastic Frontier production Function model. » *Journal of Econometrics*, 6, p. 21-37.
2. Albouchi L., Bachta M. S., et Jacquet F. (2005). Estimation et décomposition de l'efficacité économique des zones irriguées pour mieux gérer les inefficacités existantes. Les instruments économiques et la modernisation des périmètres irrigués, M.S. Bachta, pp. 21-22.
3. Albouchi L., Bachta M. S., et Jacquet, F. (2007). Efficacités productives comparées des zones irriguées au sein d'un bassin versant. *New Medit N.3* (2007), pp. 4-13.
4. Amara N., et Romain R. (2000). Mesures de l'efficacité technique : revue de la littérature. Centre de Recherche en Économie Agroalimentaire, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec Série Recherche SR.00.07, pp. 1-34.
5. Analyse de L'efficacité Technique des Exploitations Agricoles Familiales à Maurice : *European Scientific Journal* March 2018 edition Vol.14, No.9 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 Doi: 10.19044/esj.2018.v14n9p143 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p143](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p143)
6. Annuaire statistique du Mali 2014, [www.instat.gov.ml](http://www.instat.gov.ml)
7. Banker R. D., Charnes A., Cooper W. W., (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, n°30, pp. 1078 –1092.
8. Ben Nasr J., Akkari T., Fouzai A., et Bachta, M. S. (2016). Le mode d'accès à l'eau d'irrigation un déterminant de l'efficacité exploitations agricoles : Cas du périmètre irrigué de Sidi Ali Ben Salem, Kairouan-Tunisie. *Agri & Bio Tech*. Volume 29.
9. Bezot P. 1965 b. *Agro Trop* (20) ,1 31-47
10. Bouffil F., Tourte R. (1953). *Bull. Agr. FOM* n°8, 49-54. *Ann CRA Bambey* 1952.
11. Chambers, R. G. (1988). *Applied production analysis: a dual approach*, Cambridge University Press.
12. Charnes A., Cooper W., et Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* (2), 429-441.
13. Chogou S. K., Gandonou E., et Fiogbe N. (2017). Technical efficiency of small-scale pineapple production in Benin. *Cah. Agric*, Volume 26, Number 2. P.6 <https://doi.org/10.1051/cagri/2017008>
14. Christensen L. R., Jorgenson D.W., et Lau L. J. (1971). Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function. *Econometrica*, juillet, n°39 (3), pp. 255-256.
15. Coelli T., Rahman S., et Thirtle C. (2002). Technical, Allocative, Cost and Scale Efficiencies in Bangladesh Rice Cultivation: A Non- parametric Approach. *Journal of Agricultural Economics*, 53(3), 607- 626.
16. Coelli T., Rao D., et Batese G. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publisher, Boston, 21- 39 12.
17. Cooper W., Seiford L., et Tone K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses*. Springer Science and Business, New York, 354p.

18. Debreu G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization, *Econometrica*, Vol. 19, No. 3, July, pp. 273-292.
19. De Fraigne J. P. 1967. *Oléag* (22) 5 301-306.
20. Delecaux M. (1964). *CR. AC. Agr.* (50) 11 966-967. (Oléag. 1965 abs 299)
21. Diewert W. E. (1971). « An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function », *Journal of Political Economy*, no 79, 103, p. 481-507.
22. Ducker H. C. 1962. *Rhud Agr. J1.* (59) 2 90-95
23. El Houceini Diawlol. Année Universitaire 2004-2005. Mesure et déterminants de l'efficacité technique dans l'industrie manufacturière en Mauritanie.
24. Etude sur le statut des exploitants et des exploitations agricoles familiales selon les dispositions de l'article 12 de la loi d'orientation agricole. Secteur primaire au Mali, p.6
25. Évaluation de l'efficacité technique des exploitations oléicoles en Tunisie (cas de Chbika).
26. Farrell M. (1957). The Measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-281.
27. Forestier J. 1972. Caractères végétatifs, croissance et rendement de l'arachide hâtive pub ORSTOM Cameroun 41-p
28. Forestier J., ORSTOM (1976). Résumé d'une bibliographie de l'arachide.
29. Fuss M., D. McFadden, Y. Mundlak (1978). « A Survey of Functional Forms in the Economic Analysis of Production ». In: *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, North-Holland, sous la direction de Melvin Fuss ET Daniel McFadden.
30. Garg K. P., Tomar. R. S., Bhargava. R. D. 1965. *Ind. Oilseeds JI.* (9) 1. 34-37 (Oléag. 1965 abs 1080).
31. Gillier P. 1962. *Oléag.* (17) 8.9 697-699.
32. Gillier P., Silvestre P. 1969. *L'arachide* 292 p. Ed. Maisonneuve et Larose - Paris.
33. Guillemain R. (1952). *Oléag.* (7) g 699-704.
34. Guyot S. 1949. *Oléag.* (4) 4 213-220.
35. Heidari M., Omid M., Akram A., (2011). Using Non-parametric Analysis (DEA) for Measuring Technical Efficiency in Poultry Farms. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 13(4), 271-277.
36. I.R.H.O. (1954). *R.A.* 58, 65, 66, 68, 78, 79, 117, 119, 120-123.
37. Jondrow J., Lovell C. A., Materov S., et Schmidt P. (1982). On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. *J. Econometrics* 19, pp. 233- 238.
38. Julien Lévêque, William Roy. Quelles avancées permettent les techniques de frontière dans la mesure de l'efficience des exploitants de transport urbain ?. XIV<sup>ème</sup> journées du SESAME: Séminaire d'Etudes et de Statistiques Appliquées à la Modélisation en Economie, 23, 24 et 25 septembre 2004, UPPA: Université de Pau et des Pays de l'Adour, CATT: Centre d'analyse théorique et de traitement des données économiques., 2004, 19 p., 2004. <Halshs-00091900>
39. Kobou G., MOUNGOU S., Ngoa Tabi H. (2009), L'efficacité du financement des micros et petites entreprises dans la lutte contre la pauvreté au Cameroun, Colloque International, la vulnérabilité des TPE et des PME dans un environnement mondialisé
40. Koopmans T. C. (1951). Analysis of production as an efficient combination of activities. Chapter 3, pp. 1-65.

41. Meeusen W. And Van Den Broeck J. (1977), « Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. » *International Economic Review*, 18, p.435-444
42. Meredith R. M. 1964. *Emp. JI. Exp. Agr.* (32) 126 136-140.
43. Metelerkamp H. R. R. 1967. *Rhud Agr. JI.* (64) 6 127.
44. Ndegue Fongue M. K., Tamini L. D., Larue, B., et West G. E., (2014). Efficiences technique et environnementale en agriculture : le cas du bassin de la rivière Chaudière au Québec. CREATE. Working Paper 2014-10. p. 28.
45. Nuama E. (2006). Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire, *Économie rurale*, No. 296, Novembre-décembre, pp. 1-16.
46. Ollagnier M. 1952. *Oléag.* (7) 4 215-219.
47. Orashi H., Ichikawa I., Higuchi Y., 1957. *Japan. JI. Ecology* (7) 4 137-140 (*Oléag.* 1959 abs 127).
48. Prevot P. (1949 a). *Bull IRHO, série Scient n°4*, 110 p. Croissance, développement et nutrition minérale de l'arachide.
49. Recensement général de l'agriculture (RGA) : campagne agricole 2004/2005.
50. Romain R., et Lambert R. (1995). Efficacité technique et coûts de production dans les secteurs laitiers du Québec et de l'Ontario. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie*, 43, pp. 37-55.
51. Shear G. M., Miller L. I. (1959). *Agron. JI.* (51) 1 32-33.
52. Shephard R. W. (1953). *Cost and production functions*, Princeton University Press.
53. Shepherd J. L. 1963. *Georgia Agr. Exp. Sla. Bull.* 163 27 p. (*Agro. Trop* 1966 abs 8).
54. Smartt J. 1964. *Emp. JI. -Exp. Arr.* (32) 128 343-351 (*Oléag* 1965 Abs 500)
55. Tourte R. Gaudefroy-Demombynes P., Fauche J. 1956. *Bull. Agr. FOM* 13 9-111. *Ann. CRA Bambey* 1954.
56. Tourte R., Pelissier J. 1952, *Bull. Agr. FOM* 7 126-135. *Ann. CRA. Bambey* 1951.
57. Tourte R., Vidal P., Jacquinet L., Fauche J. Nicou R. 1964. *Agro. Trop.* (19) p. 1033-1068.
58. Voisin J. C. 1958. *Bull. Trim. C.T.A.T. (Nogent, France)* 2 1-16.
59. Walker M. E., Cartel R. L. (1971). *Rcs. Bull. Coll. Agr. Exp. Sta. Univ. Georgia* 88, 17 p. (*Oléag.* 1971 abs 1626).
60. York E. T. Jr., Colwell. W. E. (1951). *The peanut. The unpredictable legume* p. 122-172.