

# Analyse de l'efficacité économique d'allocation des ressources dans la production du maïs au Kanem-Tchad

M.M. CHOUKOU<sup>1</sup>, A. ZANNOU<sup>2</sup>, G. BIAOU<sup>3</sup>, B. AHOHUENDO<sup>4</sup>

(Reçu le 10/04/2017; Accepté le 24/04/2017)

## Résumé

La présente recherche vise à identifier les déterminants de l'efficacité et/ou de l'inefficacité économique des producteurs de maïs dans les oasis du Kanem au Tchad. A partir d'une frontière stochastique de production, nous estimons et décomposons en efficacité technique et allocative, les niveaux d'efficacité économique. Les facteurs responsables de l'inefficience ont été mis en relief par l'estimation d'un modèle Tobit pour tenir compte du caractère tronqué (0 ou 1) de la variable dépendante (efficacité). Il ressort de l'analyse de 251 exploitants agricoles observés en 2014, que les valeurs des paramètres estimés montrent que les intrants de production affectent significativement le coût de production. Plus précisément, le prix d'engrais, d'herbicide, de main d'œuvre totale et d'équipement sont les facteurs influençant le plus le coût de production du maïs. Dans l'ensemble, les indices d'efficacité allocative varient de 48,6 % à 95,1 %. L'efficacité allocative moyenne est de 80,5 % et l'efficacité économique de la production de maïs qui indique un niveau variant entre 13,6 % et 83,4 % et la moyenne étant de 55,8 %. En général, ces différents résultats obtenus sur l'efficacité montrent que dans les oasis du Kanem, existent encore des réserves de productivité à valoriser pour augmenter la production du maïs et augmenter les revenus des producteurs. Quant à l'analyse des déterminants de l'efficacité technique et économique, elle montre que les variables telles que sexe, âge, activité principale (agriculture) améliorent l'efficacité technique et économique des producteurs de maïs dans la zone de recherche.

**Mots clés:** Efficacité économique, déterminants de l'efficacité, frontière de production stochastique, production de maïs, oasis du Kanem

## Abstract

The objective of this research is to identify the determinants of the effectiveness or the economic inefficiency of corn producers in the oases of Kanem in Chad. From a stochastic border of production, we estimate and break up into technical and allocative effectiveness, the levels of economic effectiveness. The factors responsible for the inefficiency were highlighted by the estimate of a Tobit model to take into account the truncated character (0 or 1) of the dependent variable (effectiveness). The analysis of the values of estimated parameters of 251 farmers in 2014 showed that production inputs affected significantly the production cost. More precisely, the price of fertilizers, herbicides, total equipment and labour are the factors highly influenced the production cost of corn. As a whole, the indices of allocative effectiveness vary from 48.6 % to 95.1 %. The average allocative effectiveness is 80.5 % and the economic effectiveness of the production of corn indicates a variable level between 13.6 % and 83.4 % with an average of 55.8 %. In general, these various results obtained on the effectiveness show that in the oases of Kanem, exist still reserves of productivity to develop in order to increase the production of corn and to increase the income of the producers. As for the analysis of the determinants of the technical and economic effectiveness, it showed that the variables such as sex, age, principal activity (agriculture) improve the technical and economic effectiveness of the corn producers in the zone of research.

**Keywords:** Economic effectiveness, determinants of the effectiveness, stochastic border of production, corn production, Oasis of Kanem

## INTRODUCTION

La sécurité alimentaire et nutritionnelle de la plupart des pays africains a été aggravée par la crise de 2008 mettant en évidence les douloureuses conséquences de la dépendance de ces pays des marchés alimentaires mondiaux (Bauer *et al.*, 2010). La sécurité alimentaire et nutritionnelle constitue un défi central de gouvernance économique.

En effet, avec la mise en œuvre des plans d'ajustement structurel dans les pays en développement (PED), les institutions internationales ont soutenu le rôle de la libéralisation agricole, notamment pour assurer la sécurité alimentaire, en appuyant les cultures d'exportation qui permettent alors de rembourser la dette de ces pays et de financer les importations alimentaires.

Cependant, avec la hausse des prix des denrées alimentaires qui sévit plus durement depuis 2007 et qui provoque des émeutes de la faim dans de nombreux pays, la Banque mondiale et le Fonds monétaire international (FMI) mettent enfin l'accent de façon plus soutenue sur l'agriculture et les filières vivrières.

L'appui à une culture vivrière peut être un moyen efficace de lutter contre l'insécurité alimentaire d'un pays et d'améliorer la situation de l'ensemble des opérateurs d'une filière. Le Tchad est un exemple particulièrement intéressant car ce pays dispose de ressources naturelles formidables, mais ne parvient pas à satisfaire ses besoins alimentaires. Il faut partir du constat qu'au Tchad, une très forte majorité d'exploitants agricoles (85-90 %), et les plus pauvres d'entre eux, cultivent du maïs dans tout le pays,

<sup>1</sup> Agroéconomiste, Assistant, École Normale Supérieure de Bongor – Tchad. Email: choukoumallah@yahoo.fr

<sup>2</sup> Agroéconomiste, Maître Assistant, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA/UAC)

<sup>3</sup> Agroéconomiste, Professeur titulaire, Faculté des Sciences Agronomiques /Université Abomey Calavi (FSA /UAC)

<sup>4</sup> Protection des végétaux, Professeur titulaire, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA/UAC)

essentiellement pour se nourrir. L'intérêt au départ de produire du maïs est très fort dans ce pays car la demande ne cesse d'augmenter.

Le Tchad a depuis quelques années, surtout avec la libéralisation, recours de façon massive aux importations pour contribuer à la réduction du déficit alimentaire. Certes, la production n'a pas pu suivre la croissance démographique, ce qui place le Tchad et plus précisément le Kanem, zone d'étude, dans une insécurité alimentaire chronique.

La problématique de la sécurité alimentaire est une question très pertinente qui préoccupe tous les pays. Comme telle, la sécurité alimentaire est appréhendée dans une approche holistique qui sous tend des réajustements structurels, des mises en cohérence et des harmonisations à divers niveaux (Gbetoénonmon, 2012). L'une des alternatives probantes est la production intensive des cultures céréalières (maïs, riz, etc.) pour assurer l'autosuffisance alimentaire de la population. A cet effet, chaque pays a mis sur pied différentes politiques agricoles pour augmenter la production des cultures céréalières en particulier le maïs.

Le maïs est l'un des produits alimentaires les plus consommés dans les grandes villes du Tchad (FAO, 2006). La production de maïs au Tchad provient essentiellement des exploitations familiales agricoles. Cette production doit augmenter pour couvrir une demande sans cesse croissante des populations.

La crise alimentaire qui a secoué le monde au début de l'année 2008 a permis au gouvernement de revoir son effort dans le soutien du secteur agro-alimentaire, notamment à travers des multiples projets et programmes. Cela traduit l'importance des produits vivriers dans l'amélioration des conditions de vie des tchadiens. L'agriculture occupe un peu plus de 75 % de la population active au Tchad, parmi laquelle 90 % d'entre elle est dans les zones rurales et est constituée des ménages pauvres qui font ainsi de l'exploitation familiale et qui consacrent la grande partie de leur production à l'autoconsommation.

Les recherches sur les exploitations agricoles ont connu depuis ces dernières années un regain d'intérêt sensible. Pour mieux appréhender la notion de l'exploitation agricole, des économistes de l'agriculture (Chombart et al., 1969) ont précisé au début des années 60, dans le contexte de l'agriculture française, qu'elle est une entreprise, l'exploitant est un entrepreneur qui a un objectif, maximiser le profit. Par la suite, économistes et agronomes ont fait évoluer cette définition en y intégrant les objectifs plus globaux de l'exploitant mais aussi des membres de sa famille (Brossier et Dent, 1998; Capillon, 1993).

La notion d'exploitation familiale est ainsi apparue. Elle prend en compte l'importance des liens entre la famille et l'exploitation (ou les activités de production agricole), tant dans le domaine de la mobilisation du travail (main d'œuvre familiale), que dans des projets d'avenir (session du patrimoine familiale). Ainsi cette notion montre que l'agriculture ne peut pas être assimilée à une activité industrielle et commerciale reposant avant tout sur des échanges marchands et financiers. Les conclusions obtenues dans le cadre des études sur les entreprises capitalistes ne peuvent pas faire objet d'une considération dans l'analyse des exploitations agricoles.

Concernant l'agriculture africaine en général et tchadienne en particulier, les agro-économistes et sociologues ont montré que la notion d'exploitation agricole telle que définie pour les pays du nord n'était pas transposable (Badouin, 1985; Benoît-Cattin, 1982; Gastellu, 1979; Kleene, 1976). L'unité de production (ou exploitation agricole), est généralement un système complexe débouchant sur une production collective gérée par un chef d'exploitation, et des productions individuelles revenant à (aux) l'épouse(s), et aux dépendants. Par ailleurs, il a été montré qu'il n'y avait pas nécessairement coïncidence entre l'unité de production, l'unité de consommation et l'unité d'accumulation (les femmes peuvent posséder leur propre champ) (Wey et al., 2007).

En effet, le débat sur l'efficacité des exploitations agricoles en Afrique sub-saharienne dure depuis plusieurs années. Jouve (1992) suppose que les exploitations agricoles des pays en développement sont efficaces. Des enquêtes menées par l'Office National de Développement Rural (ONDR) et le Programme Nationale de Sécurité Alimentaire (PNSA) dans les oasis du Kanem ont permis d'appréhender les principales contraintes (insuffisances des infrastructures routières, insuffisance des intrants améliorés entre autres).

L'obtention d'une efficacité de l'économie dans son ensemble passe par la résorption des inefficacités des exploitations ou des secteurs. Il est improbable que toutes les exploitations opèrent à l'optimum (potentiel). Le niveau d'efficacité d'une exploitation mesure donc l'écart par rapport à cet optimum. En effet, pour le cas de l'efficacité technique, l'ensemble des optimums techniques constitue la frontière de production. Les exploitations qui se situent sur cette frontière sont jugées efficaces et leur niveau d'efficacité technique est égal à 1. Dans ce sens, la mesure de l'efficacité permet de positionner l'exploitation par rapport à cette frontière.

L'objet du présent travail est de déterminer l'efficacité économique et de déduire l'efficacité allocative des oasis du Kanem au Tchad à partir d'une frontière de production et des fonctions de demande des facteurs. Les niveaux d'efficacité ainsi obtenus ont été expliqués par certains facteurs socio-économiques et institutionnels. Sur la base de ce résultat, des scénarios d'amélioration du niveau d'efficacité des zones étudiées ont été identifiés et simulés. La méthodologie adoptée, de type paramétrique, consiste à estimer en premier lieu le niveau d'efficacité allocative à partir d'une fonction de production de type Cobb-Douglas et de déduire l'efficacité économique à partir d'une fonction du coût déduite analytiquement de la fonction de production. La décomposition en efficacité allocative et efficacité économique peut aider les pouvoirs publics à choisir les actions les plus efficaces susceptibles d'améliorer les performances des oasis. En effet, à partir de l'identification des inefficacités, les mesures d'interventions peuvent être de type technique et/ou correctif des prix.

Nous examinons également les déterminants de l'efficacité en utilisant un modèle Tobit pour expliquer les niveaux des efficacités allocatives et économiques par certaines variables socio-économiques et institutionnelles, dites déterminantes du niveau d'efficacité.

L'objectif de cet article est de mesurer l'efficacité économique des producteurs de maïs dans les oasis du Kanem au Tchad et de dégager les facteurs qui influencent cette efficacité.

## CONCEPTS ET MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ

### Concept d'efficacité

#### Déterminants d'efficacité

Une fonction de production peut être représentée par une isoquante qui exprime la frontière de l'ensemble de production, c'est à dire l'output maximum possible à partir d'un niveau donné d'inputs. Efficacité et efficience n'ont pas exactement la même signification, même si ces deux termes rapprochés. Ainsi, l'efficacité fait référence au degré de réalisation d'un objectif souhaité. Quant au mot *efficience*, il désigne le rapport entre ce qui est réalisé et les moyens mis en œuvre pour y arriver.

C'est ainsi que des nombreuses études empiriques ont été menées dans tous les domaines et dans presque tous les continents pour déterminer le niveau exacte d'efficacité atteint par les producteurs. Compte tenu du nombre important de publications dans le domaine, nous ne mentionnerons que les écrits les plus récents. Parmi les différents facteurs qui influencent l'efficacité technique, la taille de l'exploitation (Helfand et Levine, 2004); Ekou (2006); le système de culture (Thiam et al., 2001; Nyemeck et al., 2004; Coelli et Fleming, 2004; Bagamba, 2007); le genre; l'éducation et/ou l'expérience (Battese et Coelli 1995; Coelli et Fleming, 2004) et Bifarin, 2010); et l'accès au crédit (Battese et Coelli, 1995; Bagamba, 2007) sont considérés comme les plus déterminants. La plupart des travaux empiriques se limitent aux caractéristiques individuelles du ménage.

#### Les estimations de l'efficience et de ses déterminants

Plusieurs mesures de l'efficience sont utilisées dont les plus importantes sont l'indice de Farrell et l'estimation de la frontière de production (Farrell, 1957; Aigner et al., 1977; Meeusen et Van Den Broek, 1977; Coelli 1995). Plusieurs méthodes ont été utilisées par la recherche des déterminants de l'efficacité productive. Celles rencontrées fréquemment dans la littérature sont la corrélation, l'analyse de variance, les comparaisons des moyennes, les tests de restriction dans les fonctions et enfin les régressions économétriques. Dans le cadre de cette étude la fonction de production sera utilisée.

#### Efficacité allocative

L'efficacité allocative, également connue sous le nom d'efficacité-prix (Price efficiency), terme employé par Farrell (1957), tient compte des prix des marchés et mesure la capacité de l'entreprise à maximiser son profit en comparant le coût marginal des outputs au coût marginal des inputs (Kalirajal, 1990). C'est la combinaison optimale, ou dans les meilleures proportions, des ressources, étant donnés leurs prix relatifs (Amara et Romain, 2000).

Pour Piot-le-petit et Rainelli (1996), l'efficacité allocative se définit par la façon dont l'entrepreneur fixe les proportions entre les différents intrants participant à la combinaison

productive en se basant sur leurs prix respectifs. Cette mesure donne d'après ces auteurs, une appréciation de la manière dont les firmes allouent leurs ressources productives par rapport à l'objectif de la production. L'inefficacité allocative stigmatise l'utilisation des inputs dans des proportions qui ne correspondent pas à l'optimalité décrite par les prix relatifs des inputs. L'intervention des prix des facteurs dans le choix des quantités d'input fait donc référence au marché qui est clairement spécifié dans la définition donnée par (Nkunuzimana, 2005).

#### Efficacité économique

L'obtention simultanée de ces deux efficacités, technique et allocative, est une condition nécessaire et suffisante pour parler d'efficacité économique. Il est possible pour une unité de production d'obtenir l'efficacité technique ou celle allocative sans avoir l'efficacité économique. Celles-ci sont nécessaires et une fois atteintes simultanément, sont les conditions suffisantes pour l'obtention de l'efficacité économique. Cet aperçu du concept correspond à celui de (Ellis, 1989) qui note que l'atteinte d'une des deux types d'efficacité peut être une condition nécessaire mais pas suffisante pour obtenir l'efficacité économique. L'efficacité économique apparaît ainsi comme la résultante entre l'efficacité technique (output maximal possible) et l'efficacité d'allocation (coûts minima), composantes exclusives et exhaustives de l'efficacité économique (Honlonkou, 1999).

#### Frontière stochastique

À l'aide du logiciel Stata, nous avons évalué le niveau d'efficacité des producteurs de maïs dans les oasis du Kanem pratiquant à travers l'estimation des frontières stochastiques de production. L'approche stochastique a été proposée simultanément par (Aigner et al., 1977) et (Meusen et Van Den Broeck, 1977). C'est un modèle à erreur composée qui s'écrit de la manière suivante:

$$Y_i = f(x_i; \beta) \cdot \exp(\varepsilon_i) \quad (1)$$

Avec  $\varepsilon_i = v_i - \mu_i$

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

La fonction  $f(x_i; \beta)$  est la meilleure pratique de la frontière de production,  $A$  est le vecteur des paramètres de technologie,  $x_i$  est une matrice de format  $(N \times J)$  des inputs,  $Y_i$  est la matrice de format  $(N \times 1)$  de l'output;  $v$  représente l'écart dû aux aléas qui influencent la production et qui ne sont pas directement sous le contrôle du chef d'exploitation. Par ailleurs  $u$  et  $v$  sont indépendants l'un de l'autre, ainsi que de  $X$ .  $U_i$  mesure l'écart entre l'output observé  $y$  et l'output réalisable par la technologie efficace. Il représente l'inefficacité technique et est nul pour les producteurs techniquement efficaces. Il est généralement fonction des caractéristiques socio-économique du chef d'exploitations. Il est défini de la manière suivante:

L'efficacité de l'exploitation  $i$  est définie de la manière suivante:

$$T\hat{E}_i = Y_i / \tilde{Y}_i \quad (2)$$

Où  $y_i^{\wedge} = f(x_i, \beta)$  est la valeur la plus élevée ou la valeur prédite de  $y_i$

L'inefficacité technique est donc définie par:

$$TE_i = e \quad (3)$$

Dans leur article, Bravo-Ureta et al., (1993) ont suggéré que la fonction de frontière stochastique de production peut être établie de deux manières. Premièrement, s'il n'y a pas une spécification explicite de la structure de l'efficacité, l'estimation de la frontière stochastique de production peut être faite par la méthode des moindres carrés corrigée. Cependant si on suppose une distribution de la structure de l'efficacité, la frontière de production est estimée par la méthode de maximum de vraisemblance. Selon Greene (1980), la méthode de maximum de vraisemblance utilisée avec une distribution spécifique supposée pour le terme d'erreur est plus efficace que le moindre carré corrigé.

L'estimation des paramètres inconnus et la frontière stochastique de production avec les effets de l'inefficacité sont faites par le maximum de vraisemblance. Cela en deux étapes : premièrement, l'estimation de l'efficacité technique utilisant la fonction normale de production, deuxièmement utilisé le modèle Tobit pour expliquer l'inefficacité technique avec les caractéristiques socio-économiques du chef d'exploitation. Cela à partir de l'équation (3) et avec  $U_i = 1 - TE_i$ , la variable dépendante, et les caractéristiques socio économiques sont les variables indépendantes. La fonction de vraisemblance est définie en termes de variances des paramètres (Battese et Coelli, 1995).

$$\sigma^2 = \sigma\mu^2 + \sigma\nu^2 \quad \text{et} \quad Y = \sigma\mu^2 / \sigma\nu^2 \quad (4)$$

Le paramètre  $\gamma$  est entre 0 et 1. Les paramètres  $\beta$ ,  $\sigma^2$  et  $\gamma$  sont donnés par l'estimation de l'équation (1) par la méthode de maximum des vraisemblances, où  $\sigma^2$  est la variance de la variable dépendante et qui est fonction de la variation provenant de l'inefficacité technique  $\sigma_u^2$  et de la variation due au terme d'erreur aléatoire  $\sigma$ .

## MÉTHODE ET DONNÉES DE TRAVAIL

### Présentation de la zone et données utilisées

Cette recherche a été effectuée dans la zone septentrionale du Tchad et principalement au Kanem. Le Kanem géographique désigne une zone située au Nord et au Nord-est du Lac Tchad, comprise entre les 14<sup>ème</sup> et 17<sup>ème</sup> parallèles de latitude Nord. Limitée au Nord par la région du BORKOU (B.E.T), au Sud par la région du Hadjer Lamis, à l'Est par la région du Bahr-El-Ghazel et à l'Ouest par la région du Lac et la République d Niger, cette zone occupe une superficie de 130 000 km<sup>2</sup>. Les données utilisées sont celles d'une enquête menée entre juin et juillet 2014 dans la région du Kanem.

Deux zones de production ont été identifiées en fonction de l'importance de la pratique agricole: Le département du Kanem et du Nord-Kanem. Dans chaque zone de production (département), trois (3) oasis ont été identifiées pour leur représentativité, en partenariat avec les organisations de producteurs et des services du ministère de l'agriculture, notamment l'office National de Développement Rural (ONDR), soit au total six (6) oasis retenues. Les critères appliqués pour le choix de ces oasis ont été les conditions agro-climatiques (type de sol, niveau de précipitation et végétation naturelle), et socio-démographiques.

En l'absence de recensement agricole récent, susceptible de fournir des fichiers d'exploitants actualisés par oasis, l'échantillonnage des exploitations qui ont été enquêtées a été réalisé de manière aléatoire à partir des listes d'exploitants disponibles auprès des organisations de producteurs et de service de l'ONDR. L'échantillonnage nous a permis de choisir au hasard deux cent cinquante un (251) producteurs dans six (6) oasis de la région du Kanem. Cet échantillonnage s'est déroulé en deux étapes à savoir: le choix des oasis et le choix des producteurs à enquêter à l'intérieur des oasis.

## Méthode de travail

### Modèle empirique

#### 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. Cette fonction prendra la forme fonctionnelle définie pour son équivalent primal qui est la fonction frontière de production. La fonction frontière de coût de type Cobb-Douglas a été utilisée pour estimer les indicateurs de l'efficacité allocative. Le développement de la forme Cobb-Douglas se présente comme suit:

$$\ln(C_i) = \ln(A) + \beta_1 \ln(Psem_i) + \beta_2 \ln(Pengrais_i) + \beta_3 \ln(PPesti_i) + \beta_4 \ln(Pmot_i) + \beta_5 \ln(Pcapi_i) + \beta_6 \ln(Prod) + \frac{V_i + U_i}{V_i + U_i} \quad (5)$$

Où:

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

**Psem**: est le prix moyen de la semence de maïs. Etant donné que les semences sont achetées ou prélevées au champ par le producteur, le coût d'opportunité de cette semence a été évalué pour ce dernier cas. Ce prix est exprimé FCFA par kilogramme.

**Pengrais**: correspond au prix moyen des intrants agricoles utilisés (Fumier organique, Urée et NPK), exprimée en FCFA par kg au niveau du producteur  $i$ .

**Ppesti**: représente le prix moyen des pesticides utilisés. Il est exprimé en FCFA par litre.

**Pmot**: 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  $i$ .

**Pcapi**: 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 constitué des composantes  $V_i$  (variables aléatoires hors du contrôle des producteurs) et  $U_i$ . D'après Coelli (1998), les  $U_i$  fournissent l'information sur le niveau d'efficacité de coût ou l'efficacité économique ( $EE_i$ ) du producteur  $i$ .

$$EE_i = \exp(-U_i) \quad (6)$$

L'efficacité économique ( $EE_i$ ) peut être décomposée en efficacité technique et allocative.

L'efficacité allocative ( $AE_i$ ) est donc estimée par l'équation 7:

$$AE_i = EE_i / TE_i \quad (7)$$

Avec:  $EE_i$ , l'efficacité économique et  $TE_i$  l'efficacité technique.

### Estimation des déterminants des efficacités techniques et économiques

Les niveaux d'efficacités étant évalués et montrant une proportion importante de producteurs présentant encore des inefficacités dans la production, des marges de manœuvres restent possibles pour accroître leur production sans augmenter leurs niveaux d'intrant ou pour faire des économies sur les coûts de productions avec leur production actuelle. A cet effet, les facteurs qui constituent des blocages ou des facteurs incitants à l'efficacité devront être identifiés pour des actions.

### Modèle empirique d'analyse et signes attendus des variables

Ray (1988) propose de déterminer les sources de l'inefficience des producteurs à travers une régression économétrique des indices d'efficacité. Dans le cadre de la présente étude la méthode de Bootstrap et le modèle de régression Tobit ont été utilisés compte tenu du caractère

tronqué des indices d'efficacité qui sont compris entre 0 et 1 (Greene, 1993) et aussi pour avoir une meilleure approximation du modèle Tobit. En utilisant cette méthode et ce modèle, nous tentons ainsi de traiter le problème de dépendance tout en considérant la nature censuré des scores d'efficacités techniques, allocatives et économiques (Arouna, 2009).

En vue d'examiner les déterminants de l'efficacité de production de maïs, la régression censurée TOBIT a été utilisée. Les variables dépendantes seront les indices d'efficacité technique et économique. Les modèles se présentent sous la forme suivante:

$$ET = a_0 + \sum a_i X_i + e \quad (8)$$

$$ET = b_0 + \sum b_i X_i + e' \quad (9)$$

Avec  $X_i$ , les variables explicatives,  $a_0$  et  $b_0$  les termes constants,  $a_i$  et  $b_i$  les coefficients de régression et  $e$ ,  $e'$  les termes d'erreurs. Les formes empiriques complètes des modèles sont les suivantes:

$$ET = a_0 + a_1 \text{ETHNIE} + a_2 \text{SUP} + a_3 \text{AGE} + a_4 \text{EDUCA} + a_5 \text{SEXE} + a_6 \text{ACTIFAGRI} + a_7 \text{RATIOCONSO} + a_8 \text{ACCESTERRE} + a_9 \text{FERTIELEVE} + a_{10} \text{FÉRILITFAIBLE} + a_{11} \text{DEGREENERB} + a_{12} \text{AMENDORG} + a_{13} \text{PESTICIDE} + a_{14} \text{APPASSO} + a_{15} \text{ACCESVULGA} + a_{16} \text{VISITEVULGA} + a_{17} \text{CREDIT} \quad (10)$$

Tableau 1: Liste des variables explicatives et les effets attendus

Variabiles explicatives	Description	Signes Attendus	Modalités
<b>Facteurs des caractéristiques du producteur et de son ménage</b>			
Ethnie (ETHNIE)	Groupe socioculturel de répondant	+/-	1= homme et 0 = femme
Taille de l'exploitation (SUP)	Superficie exploitée ( ha)	+	Variable continue
Age de l'exploitant (AGE)	Age de répondant	+	Variable continue
Éducation (EDUCA)	Niveau d'instruction	+	Primaire : 1 si oui et 0 si non Secondaire 1 si oui et 0 si non
Sexe (SEXE)	Sexe de l'exploitant	+/-	1= homme et 0 = femme
Actif agricole (ACTIFAGRI)	Nombre d'actif agricole	+	Variable continue
Activité principale (ACTIVITE)	Activité principale (agriculture)	+	Variable binaire (0 = Non et 1= Oui)
<b>Caractéristiques parcelle</b>			
Accès à la terre (ACCTERRE)	Mode de faire-valoir	+	MFV= 1 En cas de MFV direct Et MFV=0 MFV indirect
Niveau de fertilité élevé	Fertilité élevé	+	1= fertilité élevé et 0 si non
Niveau de fertilité faible	Fertilité faible	+	1= fertilité faible et 0 si non
Degré d'enherbement	Enherbement	-	1= Fort et 0 = Faible
<b>Itinéraire technique</b>			
Amendement organique	Fertilisant	+	0 = Non et 1 = Oui
Pesticide (PESTICI)	Herbicide/pesticide	+	0 = Non et 1 = Oui
<b>Facteurs institutionnels</b>			
Appartenance à une association (APPASSO)	Adhésion à une association	+	1 = s'il appartient et 0 = Si non
L'accès à la vulgarisation (ACCEVULGA)	Appui au conseil	+	1 = accès à la vulgarisation et 0 = si non
Vulgarisateurs (VISITVULGA)	Nombre de visite	+	Variable continue
Accès au crédit (CREDIT)	Crédit agricole	+	1 = accès-crédit et 0 = si non

$$EE = b_0 + b_1 \text{ETHNIE} + b_2 \text{SUP} + b_3 \text{AGE} + b_4 \text{EDUCA} + b_5 \text{SEXE} + b_6 \text{ACTIFAGRI} + b_7 \text{RATIOCONSO} + b_8 \text{ACCESTERRE} + b_9 \text{FERTIELEVE} + b_{10} \text{FÉRILITFAIBLE} + b_{11} \text{DEGREENERB} + b_{12} \text{AMENDORG} + b_{13} \text{PESTICIDE} + b_{14} \text{APPASSO} + b_{15} \text{ACCESVULGA} + b_{16} \text{VISITEVULGA} + b_{17} \text{CREDIT} \quad (11)$$

Dans cette recherche de déterminants, quatre groupes de variables (Tableau 1) seront concernés : les variables liées aux caractéristiques du producteur et de son ménage, les variables concernant les caractéristiques des parcelles, les variables liées à l’itinéraire technique et celles qui concernent les facteurs institutionnels.

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### Frontière de coût et efficacité allocative et économique

Les différentes estimations ont été effectuées à l’aide de la méthode de maximum de vraisemblance (MV) du logiciel STATA version 9.0. Les résultats d’estimation sont présentés dans le tableau 2 pour la fonction frontière des coûts. Ils montrent que les coefficients du paramètre obtenus dans le modèle de coût ne sont pas significativement différents de zéro.

Les résultats donnent un  $\lambda$  supérieur à l’unité ( $\lambda = 2,200$ ) et significatif à 1%, ce qui indique qu’il y a présence d’inefficacité allocative au niveau des producteurs. Aussi, cette valeur  $\lambda$  montre que les producteurs pouvaient atteindre les rendements actuels avec une quantité moindre d’intrants. L’hypothèse nulle testée est que tous les producteurs de maïs enquêtés sont efficaces de façon allocative. Le coefficient de ce paramètre, dans l’équation de la fonction de coût, est significativement différent de

zéro (au seuil de 1%). En conséquence, la variation de coût observée au niveau des unités de production étudiées est en partie due aux effets d’inefficacité des producteurs.

### Estimation de la fonction de coût

L’estimation de la fonction de coût a été faite par la fonction frontière de coût de type Cobb-Douglass. Le modèle estimé est globalement significatif au seuil de 1 % (Tableau 2). Notons la présence d’inefficacité allocative car le paramètre  $\sigma^2$  est significativement différent de zéro au seuil de 5 %.

Le paramètre  $\lambda$  qui représente le ratio entre  $\sigma_u^2$  et  $\sigma_v^2$  est significativement différent de zéro au seuil de 1% avec une valeur de 2,200. Ces paramètres confirment la présence d’inefficacité allocative au niveau des unités de production. Parmi les cinq variables incluses dans le modèle, quatre sont significativement différents de zéro: les prix des engrais, d’herbicide, des équipements et prix de la main-d’œuvre au seuil de 1 % et positifs. Le signe négatif et non significatif observé au niveau des quantités produites, un signe qui n’est pas attendu. En ce qui concerne les prix de semences, il n’est pas significatif au seuil de 1 %.

Globalement, on peut affirmer que le choix des variables et la spécification du modèle sont acceptables. La plupart des coefficients sont significatifs au seuil de 1% et interviennent tous, avec des signes positifs dans la formation du coût ce qui est conforme à la littérature économique (Wilson P. *al*, 2001 et Ajibefun, 2008).

Le tableau 2 présente les valeurs des paramètres estimés qui représentent les élasticités de la variation unitaire des prix des inputs par rapport à la variation du coût. Naturellement, les intrants de production affectent significativement le coût de production. Plus précisément, le prix d’engrais, d’herbicide, de main d’œuvre totale et

**Tableau 2: Estimation des paramètres de la fonction de coût frontière stochastique**

Variable dépendante : Coût total en FCFA de production de maïs estimée en Ln				
Variables indépendantes	Coefficient	Valeur de Coefficient	Std. Err.	P>z
lnPsem	$\beta_1$	0,021	0,055	0,699
lnPengr	$\beta_2$	0,043***	0,008	0,000
lnPherb	$\beta_3$	0,022***	0,004	0,000
lnPMOT	$\beta_4$	1,661***	0,439	0,000
lnPequip	$\beta_5$	0,225***	0,073	0,002
lnproduction	$\beta_6$	-0,027	0,028	0,347
_cons	$\beta_0$	-2,361	3,308	0,475
Paramètres d’efficience				
/lnsig2v	$\sigma_v^2$	-4,076	0,404	0,000
/lnsig2u	$\sigma_u^2$	-2,499	0,299	0,000
sigma_v	$\sigma_v$	0,130	0,026	
sigma_u	$\sigma_u$	0,287	0,043	
sigma2	$\sigma$	0,099	0,019	
lambda	$\lambda$	2,200	0,066	
Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 5,59 Prob>=chibar2 = 0,009N=224; Wald chi2(13)= 104.9; Log likelihood=29,686; Prob> chi2=0,000				
Source: Résultats d’enquête, 2014				

d'équipement sont les facteurs influençant le plus le coût de production du maïs.

Une variation d'unité monétaire du prix d'engrais, d'herbicide, de main d'œuvre totale et d'équipement ont un impact de plus respectivement de 0,043; 0,022; 1,661 et de 0,225 sur le coût de production.

### Estimation des indices d'efficacité allocative et économique

La frontière stochastique de coût établie dans le cadre de cette recherche est de type Cobb-Douglass. Les indices d'efficacité allocative et économique qui y sont issus se trouvent résumés dans les tableaux 3 et 4. Après estimation de la fonction de coût, les indices d'efficacité allocative ont été générés. La statistique descriptible des indices d'efficacité allocative Le Tableau 3 montre que la moyenne des indices d'efficacité la plus élevée se trouve dans l'oasis de Wayaye avec 82,5 %.

L'effet combiné de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative donne l'efficacité économique (4) de la production de maïs qui indique un niveau variant entre 13,5% et 83,4% et la moyenne étant de 55,82 %. Ces chiffres montrent qu'il existe des potentiels non encore valorisés en économie de coût des intrants et en production de maïs, puisque le moins économiquement efficace des producteurs peut épargner jusqu'à 33,0 % [1-(55,8/83,3)] de ces coûts actuels de production, cette énorme réduction de coût pouvant être également interprétée comme étant le potentiel d'augmentation de la production.

Au total, ces différents résultats obtenus sur l'efficacité montrent que dans les oasis du Kanem, existent encore des réserves de productivité à valoriser pour augmenter la production du maïs et accroître les revenus des producteurs. La croissance de la productivité dans ce secteur jouera ainsi un rôle majeur dans la croissance globale du secteur céréalier. La mise sur pied de politique durable d'amélioration de la productivité nécessite une bonne compréhension des déterminants des niveaux d'efficacité.

### Analyse des déterminants d'efficacité économique de production

Compte tenu du fait que la majorité des unités de production de maïs obtiennent des indices d'efficacité allocative supérieur à 50%, l'analyse des déterminants des indices d'efficacité a été focalisée uniquement sur les indices d'efficacité technique et économique. Les résultats d'estimation des modèles Tobit sont présentés dans le tableau 5.

Quant à l'analyse des déterminants de l'efficacité technique et économique, elle montre que les variables telles que sexe, âge, activité principale (agriculture) améliorent l'efficacité technique et économique des producteurs de maïs dans la zone de recherche.

Dans le modèle final, seuls les déterminants dont les paramètres sont significativement différents de zéro sont introduits. Les résultats sont présentés dans le tableau 5. Ainsi, pour la plupart la taille de l'exploitation, l'éducation, actif agricole, accès à la terre, le niveau de fertilisé, le degré d'enherbement, l'amendement organique, l'accès

**Tableau 3: Indices d'efficacité allocative par oasis en %**

Efficacité Allocative	Ensemble		Tarfé	Wayaye	Ligra	Blakendi	Roumbou	Mara
	N	%						
<50	1,00	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
>=50<75	63,00	28,1	25,0	22,2	40,5	27,8	31,7	20,6
>=75<90	115,0	51,3	52,5	55,6	40,5	58,3	41,5	61,8
>=90	45,0	20,1	22,5	22,2	18,9	13,9	24,4	17,6
<b>Moyenne</b>	80,5		81,5	82,5	79,2	80,5	77,7	82,3
<b>Écart type</b>	10,3		9,9	9,2	10,8	9,0	13,1	8,6
<b>Minimum</b>	48,6		55,6	57,0	56,0	63,1	48,6	61,6
<b>Maximum</b>	95,1		95,1	94,8	92,8	94,6	94,0	93,7

Source: Résultats d'enquête, 2014

**Tableau 4: Indices d'efficacité économique par oasis en %**

Efficacité Économique	Ensemble		Ouais					
	N	%	Tarfé	Wayaye	Ligra	Blakendi	Roumbou	Mara
<50	64	28,6	32,5	16,7	18,2	38,9	31,7	32,3
>=50<75	149	66,5	62,5	77,8	70,3	58,3	63,4	67,6
>=75<90	11	4,9	5,0	5,6	10,8	2,8	4,8	0,0
>=90	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Moyenne</b>	55,8		54,3	58,6	60,0	51,7	55,4	55,2
<b>Écart type</b>	13,3		13,9	12,1	11,0	14,8	13,4	13,5
<b>Minimum</b>	13,5		13,5	31,9	38,5	16,7	27,6	27,7
<b>Maximum</b>	83,4		77,8	77,6	83,2	83,4	79,9	74,2

Source: Résultats d'enquête, 2014

aux services de vulgarisation ne sont pas inclus dans l'estimation finale, car ils n'ont pas d'influence significative sur le niveau d'efficacité technique et économique des exploitations de l'échantillon. Les variables explicatives dotées d'un paramètre significatif, c'est-à-dire qui ont un impact positif sur le niveau d'efficacité des exploitations, sont tout d'abord discutées.

Les résultats suggèrent ainsi que, en accord avec l'intuition et toutes choses étant égales par ailleurs, le sexe de l'exploitant dans la production de maïs a un effet positif et significatif sur les niveaux d'efficacité technique à ( $C=0.049$  ;  $P>z=0,033$ ) et économique ( $C=0.060$  ;  $P>z=0,014$ ) au seuil de 5%. Ceci suggère que les hommes ont des niveaux d'efficacité plus élevés que les femmes. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que plus les producteurs cherchent à satisfaire les besoins alimentaires de la famille, plus ils maîtrisent les itinéraires de production et les différents coûts liés à la production. Les productrices n'ont pas la capacité d'investisseur et sont souvent spécialisées vers les cultures de rentes.

Les résultats montrent que le coefficient l'âge du chef d'exploitation joue positivement et de manière significative sur l'efficacité technique ( $C=0.002$  ;  $P>z=0,009$ ) à 1% et sur l'efficacité économique ( $C=0.002$  ;  $P>z=0,053$ ) à 10%. Le résultat révèle que plus l'âge augmente plus l'exploitant est efficace. Ce résultat confirme et montre que l'expérience en agriculture produit un gain d'efficacité aux exploitations familiales agricoles.

Le coefficient positif de la variable âge indique que les exploitants les plus âgés sont plus efficaces. Ce résultat peut s'expliquer par la liaison entre l'âge et le niveau de l'expérience acquise dans l'exploitation agricole. En effet, avec le temps l'exploitant a tendance à développer une certaine expertise concernant les meilleures pratiques d'utilisation des inputs. Il est à noter que pour certaines

cultures nécessitant un effort physique important ou une faculté d'adaptation rapide aux innovations, le facteur âge devrait exercer un effet négatif sur le niveau d'efficacité (Battese et Coelli, 1993), ce qui est contraire à nos résultats.

L'appartenance à une ethnie de même que à une association n'affectent pas de façon significative la production de maïs, tant au niveau de l'efficacité technique qu'économique. Le fait d'appartenir à un groupe d'intérêt n'affecte pas l'efficacité productive, il pourrait se justifier par plusieurs raisons notamment : le rôle qui se cantonne le plus souvent à l'apport en journée de travail sans initiative propre et sans rémunération personnelle, le manque de dynamisme économique pouvant permettre aux producteurs non seulement de maximiser son profit mais d'épargner pour l'achat des intrants.

En effet, dans la révision de sa politique agricole, le Gouvernement Tchadien a mis en place un certain nombre de programmes dans le but de développer la culture vivrière et maraîchère. La majorité d'entre eux exigent aux participants d'appartenir aux associations conduisant ainsi à la création des associations fictives. Pour ces raisons ces institutions sont d'aucune force ni durabilité. Ce résultat concorde avec les observations de (Lecomte, 2010) sur les trois étapes de la construction d'un mouvement paysan en Afrique de l'Ouest et remet en cause, l'idée de l'union fait la force ainsi que de la politique d'organisation des producteurs.

Le signe négatif et non significatif observé au niveau du nombre de visites des agents encadreurs est un signe inattendu. Les résultats montrent les signes des coefficients négatifs qu'au niveau de l'efficacité technique ( $C=-0,008$  ;  $P>z=0,363$ ) et économique ( $C=-0,014$  ;  $P>z=0,136$ ). Néanmoins, ce résultat pourrait s'expliquer dans la mesure où les visites sont pour la plupart de nature inopinée. Il

**Tableau 5: Facteurs déterminant les efficacités techniques et économiques**

Variables indépendantes	Efficacité technique (ET)			Efficacité économique (EE)		
	Valeur de Coefficient	Std. Err.	P>t	Valeur de Coefficient	Std. Err.	P>t
<b>Facteurs des caractéristiques du producteur et de son ménage</b>						
Sexe	0,049**	0,023	0,033	0,060**	0,024	0,014
Age	0,002***	0,001	0,009	0,002*	0,001	0,053
Ethnie Gourane	0,025	0,016	0,114	0,022	0,017	0,200
Activité agricole	0,033*	0,017	0,052	0,051***	0,018	0,004
Quantité vendue/récoltée	0,298***	0,042	0,000	0,204***	0,045	0,000
<b>Facteurs institutionnels</b>						
Appartenance à une association	0,001	0,016	0,957	0,002	0,017	0,888
Accès au crédit	-0,031*	0,016	0,055	-0,026	0,017	0,128
Visite des vulgarisateurs	-0,008	0,009	0,363	-0,014	0,009	0,136
<b>Caractéristiques parcelle</b>						
Fertilité élevée	-0,011	0,016	0,482	-0,014	0,017	0,422
_CONS	0,265	0,070	0,000	0,166	0,075	0,027
/sigma	0,115	0,005		0,122	0,006	
N=224; LR chi2(10)= 66,5; Log likelihood=166,638; Prob> chi2=0,0000; Pseudo R2=0,2494				N=224; LR chi2(10)=40,22; Loglikelihood=153,836; Prob> chi2=0,0000; Pseudo R2=-0,1504		

Source: Résultats d'enquête, 2014

s'agit en fait de surprendre le producteur afin de juger de la qualité de son travail. Ainsi, par peur d'être mal apprécié, les producteurs utilisent plus d'engrais ou plus de main d'œuvre qu'il n'en faut. Les producteurs vivent donc avec ce stress tout le long du cycle de production jusqu'à la vente. Les visites organisées par les différents projets intervenants dans la zone, au lieu de rendre service aux producteurs, les désavantagent. Le but des visites est de faire un contrôle technique ce qui stress les producteurs et les amène à être inefficaces techniquement par une sur utilisation des intrants. Ces résultats sont contraires à ceux trouvés par (Arouna *et al.*, 2005) qui ont conclu que le contact avec les agents du CeCPA a un effet positif sur le niveau d'efficacité technique et économique des producteurs de noix de cajou au Bénin. Ces visites de contrôle devraient être suivies par un appui technique.

En ce qui concerne l'accès au crédit, si un producteur utilise un crédit pour ses activités, il sera plus efficient, ce qui confirme l'effet bénéfique attendu d'un recours au crédit. Les résultats de cette analyse confirment le signe négatif et significatif de l'accès au crédit au niveau de l'efficacité technique ( $C = -0,031$ ;  $P > z = 0,055$ ) et négatif et non significatif au niveau de l'efficacité économique ( $C = -0,026$ ;  $P > z = 0,128$ ). L'accès aux crédits a un effet statistiquement négatif et significatif à 10% sur le niveau d'efficacité technique seulement et non significatif au niveau de l'efficacité économique. Il n'existe pas une corrélation entre cette variable et le niveau d'efficacité économique est distingué. 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 dans la voie d'intensification de leur système de production. La raison essentielle est que les petits paysans n'utilisent pas les fonds obtenus pour l'intensification agricole; ils l'utilisent à d'autres fins

Le ratio consommation sur vente est significatif et positif sur les niveaux d'efficacité technique à ( $C = 0,298$ ;  $P > z = 0,000$ ) et économique ( $C = 0,204$ ;  $P > z = 0,000$ ) à 1%. Les résultats d'estimation suggèrent de plus que, toutes choses étant égales par ailleurs, les exploitations les plus commerciales c'est-à-dire orientées vers le marché sont les plus efficaces. Ce résultat est conforme à l'intuition: les exploitations les plus commerciales ont des recettes importantes et, ainsi, la possibilité d'acheter des facteurs de production de bonne qualité. La faible intégration commerciale des exploitations est une caractéristique importante du secteur agricole tchadien. Plus de la moitié des exploitants sont en effet des exploitations de subsistance qui produisent exclusivement ou en majorité pour leurs propres besoins.

En outre, les résultats de l'estimation des déterminants de l'efficacité technique et économique révèlent que les deux variables, le nombre de visite d'encadrement et le niveau de fertilité élevé, sont négatives et non significatives au seuil de 1%.

## CONCLUSION

Notre analyse a cherché à comprendre et expliquer les déterminants de l'efficacité ou de l'inefficacité économique dans les oasis du Kanem au Tchad. Les valeurs des paramètres estimés qui représentent les élasticités de la variation unitaire des prix des inputs par rapport à la variation du coût, montre que, les intrants de production

affectent significativement le coût de production. Plus précisément, le prix d'engrais, d'herbicide, de main d'œuvre totale et d'équipement sont les facteurs influençant le plus le coût de production du maïs. Dans l'ensemble, les indices d'efficacité allocative varient de 48,6 % à 95,1 %. L'efficacité allocative moyenne est de 80,5%.

L'efficacité économique de la production de maïs qui indique un niveau variant entre 13,5% et 83,4% et la moyenne étant de 55,8%. Ces chiffres montrent qu'il existe encore des potentiels non encore valorisés en économie de coût des intrants et en production de maïs, puisque le moins économiquement efficace des producteurs peut épargner jusqu'à 33,0% de ces coûts actuels de production. Au total, ces différents résultats obtenus sur l'efficacité montrent que dans les oasis du Kanem, existent encore des réserves de productivité à valoriser pour augmenter la production du maïs et augmenter les revenus des producteurs. La croissance de la productivité dans ce secteur jouera ainsi un rôle majeur dans la croissance globale du secteur céréalière.

Quant à l'analyse des déterminants de l'efficacité technique et économique, elle montre que les variables telles que sexe, âge, activité principale (agriculture) améliorent l'efficacité technique et économique des producteurs de maïs dans la zone de recherche. Par contre, les facteurs techniques n'ont aucune influence. Accès au crédit influence négativement et significativement l'efficacité technique de la production du maïs. Les facteurs socio-économiques notamment l'appartenance ethnique, le niveau d'instruction n'influence pas la production du maïs. De même que l'appui conseil et l'appartenance à une association n'affecte pas l'efficacité technique et économique.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aigner D.J., Lovell C.A.K., Schmidt P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6: 21-37.
- Ajibefun I.A. (2008). An evaluation of parametric and non-parametric methods of technical efficiency measurement: application to small scale food crop production in Nigeria. *J. Agri. Soc. Sci.* 4: 95-100.
- Amara N., R. Robert (2000) «Mesure de l'efficacité technique: revue de la littérature», Centre de recherche en économie agro-alimentaire (CREA), Série recherche 00.07, 32 p.
- Arouna A. (2009). Domestic and Agricultural Water Use by Rural Households in the Oueme River Basin (Benin): An Economic Analysis Using Recent Econometric Approaches; Thèse pour l'obtention du diplôme de PhD en science agronomique. Institut of Farm Management Universität Hohenheim.
- Badouin R. (1987). L'analyse économique du système productif en agriculture. *Cahiers des Sciences Humaines*. 23: 357-375.
- Bagamba F., Ruben R., Rufino M. (2007). Determinants of Banana Productivity and Technical Efficiency in Uganda. In: Smale M. & W.K.
- Bauer J-M., Cisse M., Laouali, I., Soumare P., MENDEZ Del Villar, P. (2010). Crise rizicole, évolution des marchés et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest. Étude réalisée par le CILSS, CIRAD, FAO, FEWSNET, WFP et financée par le Ministère des affaires étrangères et européennes.

- Battese G.E., Coelli T.J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data, *Empirical Economics*, 20: 325-332.
- Battese G.E., Coelli T.J. (1993). A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects, *Working Paper in Econometrics and Applied statistics*, n°69, Departement of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Benoit-Cattin M., Faye J. (1982). L'exploitation agricole en Afrique soudano sahélienne. Paris, Agence de Coopération Culturelle et Technique, 95p.
- Bifarin J. O., T. Alimi O. I. Baruwa, O. C. Ajewole (2010). Determinant of technical, allocative and economic efficiencies in plantain production industry in Ondo State, Nigeria. In: Dubois T., S Hauser, C. Staver & D. Coyne (eds.): *Harnessing International Partnerships to increase Research Impact*, ISHS, Montpellier, 783-790
- Bravo-Ureta B.E., Pinheiro A.E. (1997). Technical, Economic and Allocative Efficiency in Peasant Farming: Evidence from the Dominican Republic. *Developing Economies* 35: 48-67.
- Brossier J., Dent, B., eds. (1998). *Gestion des exploitations et des ressources rurales: Entreprendre, négocier, évaluer: Next context, new constraints, new opportunities*, INRA, Versailles, 1-436.
- Capillon A. (1993). Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Th. Doct. INA P.G., Paris, 2 tomes, 40 et 301 p.
- Chombart De Lauwe, J., Poitevin, J., Tirel, J. C. (1969). *Nouvelle gestion des exploitations agricoles*, Dunod, Paris, 507p.
- Coelli T., Fleming E. (2004). Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea. *Agricultural Economics*, 31: 229-239.
- Coelli T. J. (1995). Recent development in the frontier modeling and efficiency measurement. *Australian journal of Agricultural Economic*, 39: 219- 245.
- Coelli T (1998). *Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Department of Econometrics, A Guide to DEAP Version 2.1 A. University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia.
- Ekou Nuama (2006). Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire *Economie rurale* 296 (Novembre-décembre 2006).
- Farrell M.J. (1957). The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, CXX, Part 3, 253-290p.
- Food and Agricultural Organization (FAO), (2006).
- Gbetoenonmon A. (2012). Les crises alimentaires en Afrique de l'Ouest: Une conséquence de politiques économiques. Friedrich Ebert Stiftung. Bulletin de Cotonou Août 2012.
- Giri J. (1986). *L'Afrique en panne: vingt-cinq ans de développement*, édition Karthala, Paris.
- Greene W.H. (1980). Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions, *Journal of econometrics*, 13, 101-113p.
- Helfand S.-M., Levine E.-S. (2005). Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. *Agricultural Economics*, 31: 241-249.
- Honlonkou N.A. (1999). Impact économique des techniques de fertilisation des sols, cas de la jachère mucuna au Sud du Bénin. Thèse de doctorat de troisième cycle. Université de Côte d'Ivoire.
- Jouve P. (1992). Le diagnostic du milieu rural. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu. Montpellier., CNEARC, Ministère de l'Agriculture et de Pêches.
- Kalirajel K. P. (1990). On measuring economic efficiency. *Journal of Applied Econometrics*, 5.
- Kante S. (2002). *Le secteur informel en Afrique subsaharienne francophone vers la promotion d'un travail décent*, document de travail sur l'économie informelle, BIT.
- Lecomte B. (2010). Les trois tapes de la construction d'un mouvement paysan en Afrique de l'Ouest. Defève J. C. (ed.): *Défis agricole Africains*, Karthala, Paris, 119-135.
- Meeusen W., Van den Broeck J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error. *International Economic Review*, 18: 435-444.
- Nkunuzimana 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.
- Nyemeck B. J., Tonyè J.N, Wandji G. , Nyambi A.M. (2004). Factors affecting the technical efficiency among smallholder farmers in a slash and burn agriculture zone of Cameroon. *Food Policy* 24: 531-545.
- Piot-Lepetit I., Rainelli P. (1996). Détermination des marges de manœuvre des élevages à partir de la mesure des inefficacités. INRA, unité d'Economie et sociologie rurales, Rennes, France, *Production animale*, 9: 367-377.
- Ray S.C. (1988). Data Envelopment Analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: An alternative interpretation. *Socio-Economic Planning Sciences*. 22: 167-176.
- Sen A.K. (1962). *An aspect of Indian agriculture*. Economic Weekly, February, 243-246.
- Thiam A., Boris E., Barvo-Ureta, Rivas T.-E. (2001). Technical efficiency in developing country agriculture a metaanalysis. *Agricultural Economics*, 25: 235-243.
- Valentine F. (1998). Analyse-diagnostic des systèmes agraires passés et actuels d'un village de la région de Kita au Mali, Institut national agronomique, Paris-Guignon (INA P-G), 16p.
- Wilson P., Hadley D., Ashby C. (2001). The influence of management characteristics on the technical efficiency of wheat farmers in Eastern England. *Agricultural Economics*, 24: 329-338.