

## EFFICACITE ECONOMIQUE DES SYSTEMES DE PRODUCTION DANS UNE AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE DE MAÏS AU BENIN.

TOLÉBA SÉIDOU Mamam<sup>1\*</sup>, BIAOU Gauthier<sup>2</sup>, ZANNOU Afio<sup>3</sup>, SAÏDOU Aliou<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Département d'Économie, de Socio-Anthropologie et de Communication pour le développement rural, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

<sup>2</sup>Université Nationale d'Agriculture du Bénin. Porto-Novo.

<sup>4</sup>Département de Production Végétale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

**\*Corresponding Author:-**

E-mail: [mamtola@yahoo.fr](mailto:mamtola@yahoo.fr).

### Résumé:-

En vue de vérifier l'hypothèse selon laquelle le niveau d'efficacité économique d'un système de production à base de maïs peut influencer sa productivité, une étude d'inefficacité économique a été conduite auprès de 411 exploitants maïsicoles dans les principaux foyers de production de maïs au Bénin. La recherche s'est fondée sur une évaluation des performances techniques de ces exploitations en utilisant le modèle de la frontière stochastique en vue d'évaluer les niveaux d'efficacité économique de 3 systèmes de production à savoir les grandes exploitations à système de production intensif; les exploitations moyennes; et les petites exploitations de subsistance peu productives, optant pour la sécurité alimentaire de l'exploitant. À l'aide d'un modèle de régression tronquée Tobit, il a été établi une relation entre les indices d'efficacité économique et quelques variables exogènes ou attributs. Les résultats ont montré que seulement 22,70% des variations du profit annuel des producteurs enquêtés sont expliquées par les variations des variables introduites dans ledit modèle, et que la variation de l'output est due à l'inefficacité économique. Alors, 77,3% de ces variations seraient attribuables aux facteurs aléatoires et aux variables non incluses dans le modèle. La variation de l'output est due à l'inefficacité de la combinaison des facteurs de production. Il ressort également que les niveaux d'indices d'Efficacité Allocative varient entre 0,85 et 0,99. L'efficacité moyenne est de 0,93 pour l'ensemble combiné des 3 systèmes de production. Malgré la maîtrise de la technologie de production, les exploitants du système des "petites exploitations de subsistance" n'allouent pas efficacement les ressources productives. Cette inefficacité allocative proviendrait surtout du prix relativement élevé de la main-d'œuvre dans ledit système. En revanche, on note une plus grande efficacité économique pour les " grandes exploitations à système de production intensif " avec un indice de 0,79 comparativement aux 2 autres types. Si le producteur moyen de tous les systèmes de production à base de maïs devrait atteindre la performance économique du producteur le plus performant, il pourrait réaliser une économie de ressources de 20,21% sur ses coûts actuels de production.

### Mots-clés:

Bénin, Efficacité économique, frontière stochastique, indice d'efficacités, maïs.

### Abstract:-

In order to test the hypothesis that the level of economic efficiency of a maize-based production system can influence its productivity, an economic inefficiency study was carried out among 411 maize farmers in the main production centers of maize in Benin. The research relied on an assessment of the technical performance of these farms using the stochastic frontier model to assess the levels of economic efficiency of 3 production systems that is large farms with intensive production systems; average farms; and small, unproductive subsistence farms, opting for the food security of the farmer. Using a Tobit truncated regression model, a relationship between economic efficiency indices and some exogenous variables or attributes was established. The results showed that only 22.70% of the variations in the annual profit of the surveyed producers are explained by the variations of the variables introduced in the model and that the variation of the output is due to the economic inefficiency. Thus, 77.3% of these variations would be due to random factors and variables not included in the model. The variation in output is due to the inefficiency of the combination of factors of production. It also appears that the levels of Allocative Efficiency indices vary between 0.85 and 0.99. The average efficiency is 0.93 for the combined set of 3 production systems. Despite the mastery of production technology, operators of the "small subsistence farming" system do not efficiently allocate productive resources. This allocative inefficiency would come mainly from the relatively high price of labor in the system. On the other hand, there is greater economic efficiency for "large farms with intensive production systems" with an index of 0.79 compared to the other two types. If the average

*producer of all maize-based production systems is expected to achieve the economic performance of the best-performing producer, it could achieve a resource saving of 20.21% on its current production costs.*

**Keywords:** *Benin, Economic efficiency, stochastic frontier, production systems, maize.*

## INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Le maïs (*Zea mays* L.) est cultivé partout au Bénin et représente environ les 3/4 de la production céréalière du pays (Gnimadi, 2008). Il est cultivé par 85% des ménages qui pratiquent l'agriculture (AGVSA, 2013). Sa production, en plus d'assurer la sécurité alimentaire, procure également des revenus aux exploitants agricoles (Diallo *et al.*, 2012). Cependant, les pratiques culturales ont eu de graves conséquences sur les sols et entraîné la baisse des rendements des cultures (PPAAO,

2012). En effet, de l'analyse de Arouna (2009), les terres de culture s'épuisent à un rythme accéléré et les rendements des principales cultures baissent continuellement. Le rendement moyen de maïsgrains au niveau national est de 800 kg/ha (Namegabe, 2006). L'épuisement des sols constitue ainsi le problème le plus important aussi bien pour les agriculteurs que pour les services de recherche et de vulgarisation. Les petits exploitants agricoles du Sud-Bénin, les populations de pêcheurs et les familles à faible revenu dans les zones urbaines (INSAE *et al.*, 2014), confrontés à ces problèmes d'épuisement des sols, constituent des groupes à risque qui évoluent en général, selon Ferraton & Touzard (2009), dans une diversité de systèmes avec un nombre élevé des systèmes et une grande disparité des types de systèmes à l'intérieur d'une même localité. Fondamentalement, estiment ces auteurs, l'existence d'un grand nombre de systèmes donne un éventail de pratiques souvent bien large, créant des disparités dans le mode de gestion des terres. Cette diversité étant liée non seulement aux caractéristiques spécifiques de chaque région agricole, mais aussi, au sein de chaque région, aux différents moyens dont disposent les agriculteurs et aux conditions économiques et sociales dans lesquelles ils opèrent (Mazoyer, 1987), produit des contraintes multiples et entraîne des intérêts parfois contradictoires au sein des agriculteurs, avec une variabilité dans la productivité suite à l'indétermination des stratégies d'une bonne partie d'entre eux face aux phénomènes des dérèglements climatiques. Ces multiples contradictions affaiblissent ainsi les modes de production adoptés dans le pays selon Ferraton & Touzard (2009). Dans ce contexte, les différentes formes d'organisations institutionnelles, du fait des réformes successives vécues dans le secteur agricole et au niveau des exploitations, et qui se sont opérées depuis l'indépendance du Bénin en 1960 (Toléba *et al.*, 2015), se sont traduites par la transformation des systèmes de polyculture-élevage en une diversité de systèmes de production. Et pourtant, il est constaté que les résultats obtenus ne sont pas toujours à la hauteur des ressources consenties, et les producteurs de maïs demeurent dans une pauvreté inexplicable. On peut donc poser l'hypothèse que le niveau d'efficacité économique des systèmes de production à base de maïs peut influencer leur productivité. Avec un ensemble d'actions et d'investissements appropriés à l'endroit des maïsiculteurs, tendant à améliorer leurs systèmes de production actuels, ceux-ci pourront non seulement accroître leur production de maïs, mais aussi rentabiliser leur productivité de manière à participer dans une large proportion, à la croissance économique de la nation.

Ghali *et al.* (2014) estiment que l'objectif visé par le producteur peut être influencé par le niveau d'efficacité du système adopté. C'est d'ailleurs ce qui a amené Agossou *et al.* (2012) à faire remarquer que la grande vulnérabilité et la faible résilience des populations aux chocs pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence ainsi que leur sécurité alimentaire, et par conséquent leur bien-être. Pour assurer la sécurité alimentaire des ménages et garantir des revenus aux producteurs, l'adoption des systèmes de production performants s'avère nécessaire (Diallo *et al.* 2012b).

C'est pourquoi, étudier le niveau d'efficacité des systèmes de production en lien avec le niveau de sécurité alimentaire et le revenu des ménages devient une étape importante dans la mise en place d'un dispositif d'accompagnement des exploitants. L'étude de Alé (2010) s'y est intéressée afin de mieux comprendre cette problématique. Elle met en évidence les conditions démographiques et socioéconomiques des acteurs de l'agriculture, qui sont considérées comme étant des facteurs limitants pouvant influencer la production agricole. En effet, ces conditions sociales peuvent, selon l'auteur, restreindre les marges de manœuvre des producteurs quels que soient leurs objectifs et leurs désirs d'améliorer la production. Elles peuvent aussi, ajoutait-il, imposer un mode et des pratiques d'exploitation donnés.

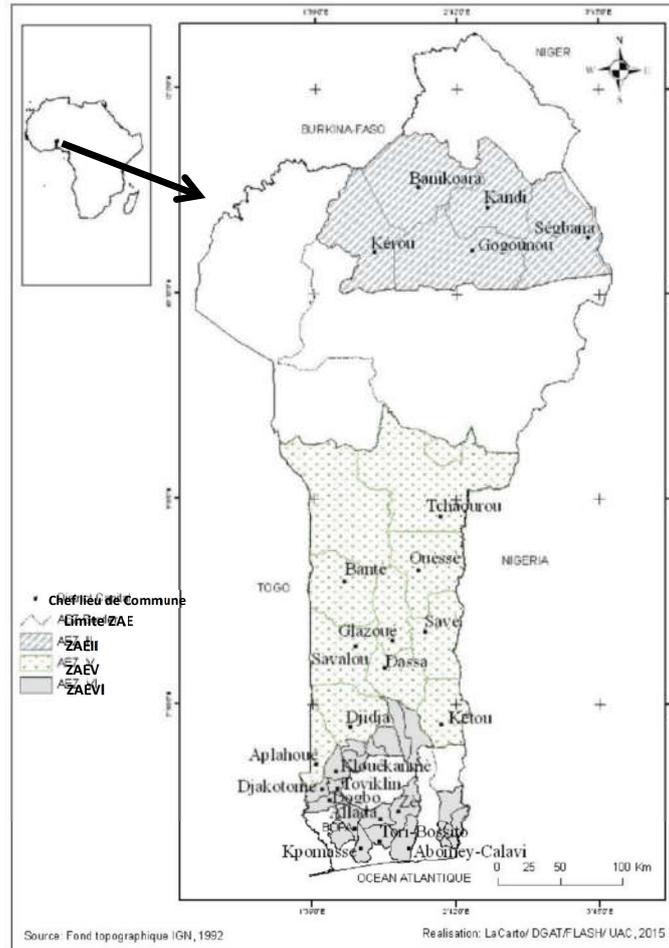
Dans une économie béninoise où la disponibilité des ressources est limitée, la notion d'Efficacité Économique (EE) prend une place de plus en plus importante dans les débats et les recherches scientifiques. Ghali *et al.* (2014), estiment qu'elle donne une indication sur la capacité des entreprises à utiliser une technologie existante de la manière la plus adéquate ; elle est composée de l'Efficacité Allocative (AE) et de l'Efficacité Technique (TE). L'efficacité allocative renvoie à l'utilisation des intrants dans des proportions optimales en tenant compte de leurs prix respectifs ; elles ont une élasticité d'échelle égale à un (1).

Pour tenter d'apporter une part de réponse à cette question, le présent article envisage d'analyser l'amélioration des conditions de vie (situation de sécurité alimentaire et obtention de meilleurs revenus) des producteurs de maïs au Bénin en corrélation avec le niveau d'indice d'efficacité économique des systèmes de production adoptés. Concrètement, il s'agit de révéler les indicateurs de baisse de l'efficacité de ces systèmes de production, entre autres sources de faiblesse de la production alimentaire, leviers sur lesquels il faudra agir en vue d'améliorer durablement l'efficacité des systèmes de production à base de maïs au Bénin. En effet, l'amélioration de l'efficacité des systèmes de production a un impact économique considérable, que ce soit en termes de sécurité alimentaire, de création d'emplois ou alors de distribution des revenus et de réduction des inégalités des ménages des producteurs (Folefack *et al.*, 2008).

La présente recherche a pour vocation d'identifier le système de production ayant l'indice d'efficacité économique le plus élevé parmi l'ensemble des systèmes mis en comparaison, en vue d'intégrer et interpréter les mesures de performances économiques des systèmes de production encore plus résilients.

## Méthodologie

### Échantillonnage et localisation de l'espace de recherche



**Figure 1: Matérialisation de l'espace enquêté au Bénin.**

**Source:** L'auteur, données de l'enquête, octobre 2015.

Les données exploitées dans le présent article sont le fruit d'une étude réalisée par le sous-projet CNS-Maïs/2012/05 sur les évaluations agronomique et socioéconomique des systèmes de production à base de maïs dans les 8 zones agro-écologiques basées sur le découpage effectué par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Le CNS-Maïs/2012/05 est exécuté par l'INRAB, sur financement du Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO).

La base de données comporte 708 producteurs de maïs au titre de la campagne agricole 2012-2013, producteurs échantillonnés dans 182 villages, 79 arrondissements, 60 communes et 11 départements du Bénin. À partir de la base de données du CNS-Maïs, la présente recherche a tiré 3 zones agro-écologiques de façon aléatoire. Les analyses ont porté sur 411 exploitants maïsicoles comme suit : 49 exploitants dans la zone de recherche une, 115 au niveau de la zone deux et 247 dans la zone trois. Au total, l'unité de recherche couvre 38 villages au sein de 38 communes dans 11 départements. Considérant les objectifs des exploitations en étude (travail, revenu, hiérarchie des priorités entre plusieurs activités...), ainsi que l'indice d'efficacité économique le plus élevé parmi les systèmes retenus, il a été procédé à une évaluation de leurs performances respectives.

Le mode de sélection des villages et des unités d'enquête a été fait par le CNS-Maïs suivant les 3 étapes de la formule d'échantillonnage (1) ci-dessous à tirage stratifié non exhaustif (Kiaer, 1897 ; Tschuprow, 1923 ; Neyman, 1934).

La formule (1) a été dérivée pour obtenir la formule (2) qui a servi à calculer la taille de l'échantillon. Les trois étapes suivies pour l'échantillonnage sont les suivantes : 1) Effectif global des ménages selon la base de données de l'INSAE ; 2) Extraction de l'effectif réduit de maïsiculteurs à partir de l'échantillon des ménages agricoles ; et 3) Rétenion de l'échantillon final des maïsiculteurs sur la base d'une taille supérieure ou égale à 6 ( $n \geq 6$ ). La formule de calcul des effectifs se présente comme suit :

$$n_j = t^2 * \frac{p_j(11p_j)}{e^2} * \frac{N_j - n_j}{N_j - 1} \quad (1)$$

$$n_j = \frac{t^2 p_j (1 - p_j) N_j}{e^2 (N_j - 1) + t^2 p_j (1 - p_j)} \quad (2)_c$$

avec:

**n**: représentant la taille de l'échantillon, **j** : le nombre de villages échantillonnés,

**Nj**: l'effectif des ménages (agricoles et non agricoles) des villages échantillonnés, **e** : la marge d'erreur. Elle est fixée à 10% qui est une norme fréquemment utilisée en science sociale (PPAAO, 2017). Ceci voudra dire que le choix de l'échantillon est acceptable dans un intervalle de confiance de 90%.

**t**: représentant le coefficient de marge (T de student) déduit du taux de confiance. Cette statistique qui avoisine 1 permet de dire que le seuil de signification est fixé à 10%.

**p**: étant la proportion des ménages agricoles dans l'effectif total des ménages dans chaque commune.

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

La présente section s'est fondée sur les travaux de Toléba *et al.* (2016), qui ont estimé les indices d'efficacité technique des exploitations en étude. Une frontière stochastique de coût dual (exprimée en fonction du prix des intrants et du niveau de production) a été déduite analytiquement suivant l'approche de la frontière stochastique de production de Schmidt & Lovell (1979). Le modèle de la frontière stochastique a servi à déterminer les indices d'efficacité économique et allocative par type de système identifié dans les régions enquêtées en tenant compte de l'objectif principal du présent article. Ces indices sont obtenus à travers la fonction frontière de coût de production obtenue au moyen de la dérivation par dualité de la fonction frontière de production de type Cobb-Douglas. Cette fonction prend la forme fonctionnelle définie par son équivalent primal qui est la fonction frontière de production. La frontière de production Cobb-Douglas est définie par Coelli (1996), dans l'équation suivante :  $\ln(Q_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_i) + \beta_2 \ln(L_i) + v_i - u_i$ , où  $Q$  représente l'output,  $K$  et  $L$  sont des inputs, respectivement, le capital et le travail, avec  $v$  et  $u$  les variables aléatoires distribuées selon une loi normale d'espérance nulle et considérées comme des variables aléatoires non négatives, et  $i$  les observations de 1,2, ..., N.

Le ratio du coût minimum, par rapport au coût observé, mesure l'efficacité économique  $EE_i$ ; ainsi, le modèle d'estimation des scores de l'efficacité économique se présente comme suit :  $EC_i =$

$\frac{C_i^{min}}{C_i} = \frac{C(Y_i, P_i, \alpha) e^{V_i}}{C(Y_i, P_i, \alpha) e^{V_i + U_i}} = e^{-U_i}$ . Alors,  $0 \leq EC_i^* \leq 1$ ;  $C_i^{min}$  est le coût minimum. L'efficacité économique rend compte de la mesure dans laquelle l'exploitant minimise ses coûts de production sur la base des prix des intrants achetés et le prix du produit des récoltes vendues sur le marché.

L'efficacité économique peut donc être décomposée en efficacités technique  $TE_i$  et allocative  $AE_i$ .

L'efficacité allocative est alors estimée par l'équation :  $AE_i = \frac{EE_i}{TE_i}$ .

La spécification empirique de la forme Cobb-Douglas se présente comme suit :

$\ln(CTProd_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(LocTerr_i) + \beta_2 \ln(CouSem_i) + \beta_3 \ln(CouEngr_i) + \beta_4 \ln(CouHerbi_i) + \beta_5 \ln(CouMOF_i) + \beta_6 \ln(CouMOS_i) + \beta_7 \ln(CouMachin_i) + \beta_8 \ln(CPetiMat_i) + v_i - u_i$ , avec  $\ln$  représentant le logarithme népérien et  $i$  l'exploitant maïzicole. L'erreur est constituée des composantes  $v_i$  et  $u_i$ . La composante  $v$  représente les variables aléatoires hors du contrôle des producteurs, et supposées être indépendamment et identiquement distribuées selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance  $\sigma_v^2 (V_i \approx N[0, \sigma_v^2])$ , indépendantes des  $u$ . La composante  $u$  représente les variables aléatoires d'inefficacité technique qui sont supposées être indépendamment et identiquement distribuées comme des variables aléatoires non négatives, obtenues par une troncature à zéro, de la distribution de type  $N(\mu, \sigma_u^2)$ . D'après Coelli *et al.* (1998), les  $u_i$  fournissent l'information sur le niveau d'efficacité de coût ou l'efficacité économique ( $EE_i$ ) du producteur  $i$  par la formule  $EE_i = \exp(-u_i)$ .

Les variables suivantes ont servi dans le modèle d'analyse :

- **CTProd** : représente le coût marginal de production de maïs de l'exploitant (prix moyen en Francs CFA/ha) ;
- **LocTerr** : indique le prix à l'hectare de location de la terre exploitée dans la production de maïs (prix moyen en Francs CFA/ha) ;
- **CouSem** : le prix moyen de semence de maïs utilisée (F.CFA/kg) ;
- **CouEngr** : le prix moyen d'engrais NPK et Urée utilisé (F.CFA/kg) ;
- **CouHerbi** : le prix moyen d'herbicide utilisé (F.CFA/L).
- **CouMOF** indique le coût total moyen de main-d'œuvre familiale utilisée (F.CFA/h.j/ha), et regroupant la main-d'œuvre familiale et la main-d'œuvre d'entraide ; il est exprimé en F.CFA par homme-jour et par hectare au niveau du producteur.
- **CouMOS** : détermine le coût total moyen de main-d'œuvre salariée utilisée (F.CFA/h.j/ha) ; il est exprimé en F.CFA par homme-jour et par hectare au niveau du producteur.
- **CouMachin** représente le prix moyen à l'ha de la location de tous les équipements et matériels agricoles lourds (capital fixe) utilisés dans la production du maïs ;
- **CPetiMat** : ressort le prix moyen à l'ha des petits matériels utilisés dans la production du maïs, ce prix est évalué en valeur totale des annuités à l'hectare.

### Méthode d'analyse des déterminants de l'efficacité économique

Quelques variables exogènes tels que les attributs socioéconomiques, démographiques et communautaires du producteur ont servi à établir la relation entre les différents indices d'efficacité économique obtenus en vue d'analyser les déterminants des efficacités allocative et économique. Ainsi, les scores d'efficacité obtenus pour chaque type d'exploitation sont régressés sur les déterminants potentiels. L'estimation de cette efficacité par rapport aux types de systèmes dominants identifiés est la finalité du présent article. Pour y parvenir, nous nous inspirerons de Maddala (1983), qui propose le modèle de régression Tobit, étant donné le caractère censuré à zéro (0) des variables expliquées.

Ce modèle se réfère à ceux à variable dépendante limitée, pour lesquels la variable dépendante est continue mais observable seulement sur un intervalle spécifique c'est-à-dire que le domaine de la variable dépendante est contraint à un espace limité par les observations possibles. Ces modèles découlent des modèles à variables qualitatives qu'on utilise au cas où on désire évaluer la probabilité que la variable dépendante appartient à l'intervalle pour lequel elle est observable. Le modèle Tobit peut s'écrire :  $EFFIC_i^* = \alpha + X_i\beta + \varepsilon_i$  ; où  $EFFIC_i^*$  est la variable latente des scores d'efficacité, et  $X_i$  est le vecteur des variables explicatives.

$$EFFIC_i = \begin{cases} 0 & \text{si } EFFIC_i^* \leq 0 \\ EFFIC_i^* & \text{si } 0 \leq EFFIC_i^* \leq 1 \\ 1 & \text{si } EFFIC_i^* \geq 1 \end{cases}$$

### Traitement des données

Après avoir constitué une base de données de tous les systèmes répertoriés à l'aide du tableur Access 2007, les données ont été exportées dans le tableur Excel 2013 en vue du nettoyage des aberrations et la confection des graphes. L'approche paramétrique a été adoptée pour estimer la frontière de production des exploitations agricoles échantillonnées. Les analyses statistiques et économétriques ont été effectuées à l'aide des logiciels d'analyse Statistique STATA et SPSS 16.0. Les paramètres des frontières de chaque système de production sont estimés à partir des données de l'échantillon par la méthode du maximum de vraisemblance (MV), au moyen du programme FRONTIER 4.1 de Coelli (1996).

### Résultats

#### Niveau d'efficacité économique des systèmes de production

##### Caractérisation des systèmes de production

Toléba *et al.* (2016) ont retenu les systèmes de production suivants : grandes exploitations à système de production intensif ; exploitations moyennes ; et petites exploitations de subsistance peu productives, optant pour la sécurité alimentaire de l'exploitant. Sur cette base, les analyses ciaprès ont été menées.

#### Frontière de coût des efficacités allocative et économique Efficacité économique

Dans le but d'identifier les déterminants du profit net du producteur, un modèle de régression a été estimé. Les indicateurs économiques notamment, les productivités de la terre, du capital, de la main-d'œuvre et des intrants sont calculés sur chacun des systèmes dominants dans l'ensemble des zones de recherche. La notion de productivité exprime la relation qui existe entre l'output d'un bien ou d'un service et un ou plusieurs inputs utilisés pour le produire. La productivité est calculée par le ratio :

$$productivité = \frac{output}{input}$$

Deux types de productivités sont généralement calculés : la productivité partielle et la productivité totale. La productivité partielle telle que l'output par actif agricole ou par unité de superficie, utilise un seul input au dénominateur.

La productivité totale quant à elle, utilise une somme pondérée des inputs mesurables (terre, main-d'œuvre, intrant etc.). Les estimateurs de la méthode du Maximum de Vraisemblance (MV) des paramètres de frontières de chaque système de production et de l'ensemble des systèmes de production identifiés par le biais du programme FRONTIER 4.1 (Coelli, 1996) sont présentés dans le tableau 1 qui révèle que le modèle de régression est hautement significatif pour le coût global de production (Constante) ainsi que pour les 3 types de systèmes de production.

Toujours sur la base du tableau 1, pour l'ensemble des systèmes de production, la valeur de  $\gamma$  indique que 26% de la variation du profit annuel des producteurs enquêtés sont expliqués par les variations des variables introduites dans ledit modèle. Pour ce qui concerne individuellement chacun des systèmes mis en comparaison, la valeur de  $\gamma$  indique que pour les systèmes de petites et exploitations moyennes, respectivement 50% et 17% de la variation du profit annuel des producteurs enquêtés sont expliqués par les variations des variables introduites dans le modèle, mais il n'y a eu aucune variation pour les grandes exploitations.

**Tableau 1: Résultats de la fonction de coût de production frontière de type Cobb-Douglas.**

Variables	Coefficients	Types de systèmes de production			Ensemble
		Grandes exploitations à système de production intensif	Exploitations moyennes	Petites exploitations de subsistance	
<b>Frontière stochastique de coût de production</b>					
Constante	$\beta_0$	6,84*** (0,89)	12,13*** (0,98)	0,001*** (0,58)	11,94*** (0,36)
LnLocTerr	$\beta_1$	0,06 (0,06)	0,003 (0,09)	0,01 (0,04)	0,01 (0,03)
LnCouSem	$\beta_2$	0,02 (0,04)	-0,02 (0,05)	-0,01 (0,04)	0,01 (0,03)
LnCouEngr	$\beta_3$	0,47*** (0,07)	0,06* (0,02)	0,02*** (0,003)	0,02*** (0,003)
LnCouHerbi	$\beta_4$	0,01 (0,01)	0,02** (0,01)	0,03* (0,01)	0,01* (0,003)
LnCouMof	$\beta_5$	0,01 (0,03)	0,02 (0,02)	-0,11* (0,03)	0,03* (0,01)
LnCouMos	$\beta_6$	-0,02 (0,05)	0,01 (0,05)	0,03* (0,01)	-0,08** (0,002)
LnCouMachin	$\beta_7$	0,01 (0,003)	0,01* (0,005)	0,02 (0,03)	0,02** (0,004)
LnCPetiMat	$\beta_8$	-0,11 (0,06)	-0,11* (0,05)	0,03 (0,03)	-0,02 (0,02)
<b>Paramètres d'efficience</b>					
Sigma-carré	$\sigma^2$	0,003** (0,001)	0,01** (0,002)	0,01*** (13,99)	0,01*** (0,001)
Gamma	$\gamma$	0,00 (0,00)	0,17 (0,27)	0,50 (0,22)	0,26* (0,10)
Log de vraisemblance		78,43	120,40	167,48	334,70
Test du ratio de vraisemblance	LR	12,11	9,50	12,66	6,47
Degré de liberté	Ddl	7	7	7	7

**NB:** les niveaux de signification sont: \*\*\*:  $p < 0,001$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*:  $p < 0,05$ . Les valeurs entre parenthèse sont les erreurs types.

**Source:** L'auteur, données de l'enquête (2013).

Considérant  $\sigma^2$ , seulement 0,10% de la variation de l'output est due à l'inefficacité économique pour l'ensemble et pour les autres systèmes en dehors de celui des grandes exploitations dont le coefficient est encore plus faible (0,03%). Les données collectées étant obtenues en ayant recours à la mémoire des producteurs, des erreurs de mesure sont possibles. On peut donc retenir que la variation de l'output est due à l'inefficacité de la combinaison des facteurs de production.

#### Mesures d'indices d'efficacités et leur décomposition

Le tableau 2 résume les statistiques descriptives des efficacités, allocative et économique par système et pour l'ensemble des systèmes.

**Tableau 2: Statistiques des différents types d'efficacités par système et pour l'ensemble des systèmes.**

Niveaux d'efficacités	Types de systèmes de production			Ensemble
	Grandes exploitations à système de production intensif	Exploitations moyennes	Petites exploitations de subsistance	
<b>Efficacité allocative</b>				
Moyenne	0,93	0,93	0,93	0,93
Minimum	0,86	0,86	0,85	0,85
Maximum	0,99	0,99	0,99	0,99
<b>Efficacité économique</b>				
Moyenne	0,79	0,75	0,73	0,75
Minimum	0,50	0,40	0,34	0,34
Maximum	0,89	0,93	0,93	0,93

**Source:** L'auteur, données de l'enquête (2013).

Sur la base de l'effet d'inefficacité technique à partir de la frontière de production stochastique de type Cobb-Douglas (Toléba *et al.*, 2016), puis sa dérivation par dualité de la frontière de coût (Tableau 2), les efficacités allocative (AE) et économique (EE) des différents systèmes de production sont calculées.

La frontière stochastique de coût, établie dans le présent article est de type Cobb-Douglas ; sa contrepartie primale qui est la frontière de production est spécifiée à l'aide de cette même forme fonctionnelle. La frontière de coût a été établie à l'aide du modèle Tobit.

L'effet combiné de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative donne l'efficacité économique de la production du maïs (Tableau 2). Il peut en être retenu ce qui suit :

#### a) Efficacité Allocative (AE)

Du tableau 2, il ressort que les niveaux d'indices de l'Efficacité Allocative (AE) varient entre 0,85 et 0,99. L'efficacité moyenne est de 0,93 pour l'ensemble combiné des systèmes de production et pour chacun des 3 systèmes. Contrairement aux résultats de l'Efficacité Technique (TE) [moyen=0,80 ; minimum=0,37 ; maximum=0,96], l'efficacité allocative est plus élevée au niveau de toutes les exploitations enquêtées. Ces résultats indiquent donc que la maîtrise de la technologie de production a eu d'influence sur les exploitants de ces systèmes qui ont alloué efficacement les ressources productives.

#### b) Efficacité Économique (EE)

C'est l'effet combiné de l'Efficacité Technique (TE) et de l'Efficacité Allocative (AE) qui met en évidence l'Efficacité Économique (EE). Toujours sur la base du tableau 2, on observe un niveau de l'EE variant entre 0,34 et 0,93, la moyenne étant à 0,75. On note alors une plus grande efficacité économique pour les "*grandes exploitations à système de production intensif*" avec un ratio de 0,79 comparativement aux 2 autres types. Le niveau d'inefficacité est beaucoup plus prononcé pour 65,52% des unités sur le plan économique, et pour 14,55% des unités sur le plan de l'allocation des ressources.

#### Distribution des indices d'efficacités

Considérant les tableaux 2 et 3, on peut espérer que si le producteur moyen de tous les systèmes de production à base de maïs devrait atteindre la performance économique du producteur le plus performant, il pourrait réaliser une économie de ressources de 20,21% sur ses coûts actuels de production. Pareillement, si le producteur qui est économiquement moins efficace devrait atteindre l'efficacité économique du meilleur producteur de la région, il pourrait épargner 63,11% de ses coûts en ressources productives. Le cas particulier des "*grandes exploitations à système de production intensif*" mérite une réflexion future du chercheur au sujet des causes des contre-performances observées même dans les potentiels de gains sur les coûts de production pour ce type de système. En effet, son pourcentage de réduction potentielle de coût de facteurs de production est significativement faible par rapport aux autres systèmes du point de vue des efficacités allocative et économique.

Le tableau 3 présente les statistiques de réduction potentielle de coût en ressources de production.

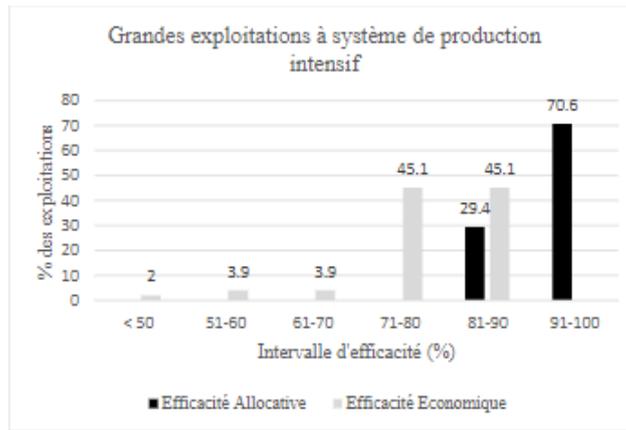
**Tableau 3:** Taux de réduction potentielle de coût des facteurs de production.

Niveaux d'efficacités	Systèmes			Ensemble
	Grandes exploitations à système de production intensif (%)	Exploitations moyennes (%)	Petites exploitations de subsistance (%)	
<b>Efficacité allocative</b>				
Efficacité moyenne	5,91	6,63	6,54	6,52
Faible efficacité	13,41	13,25	13,87	13,96
<b>Efficacité économique</b>				
Efficacité moyenne	11,81	19,43	21,39	20,21
Faible efficacité	43,79	57,33	63,11	63,11

**Source:** L'auteur, données de l'enquête (2013).

La présence d'inefficacité ou non a été analysée à travers le paramètre d'efficience. L'hypothèse nulle testée est que tous les producteurs de maïs enquêtés sont efficaces de façon allocative et économique. 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. Cette allocation des ressources dépend du coût des facteurs de production, du coût de la main-d'œuvre et du rendement en maïs. La distribution des niveaux d'efficacité allocative des 3 figures (2, 3 et 4) qui présentent presque la même structure que celle de l'efficacité technique montre que dans l'ensemble, jusqu'à 70% des producteurs ont un niveau d'efficacité allocative inférieur à 20%, avec un niveau supérieur ne dépassant pas les 45% ; ils ont alors besoin de politiques pouvant favoriser l'amélioration de leurs niveaux d'allocation des ressources.

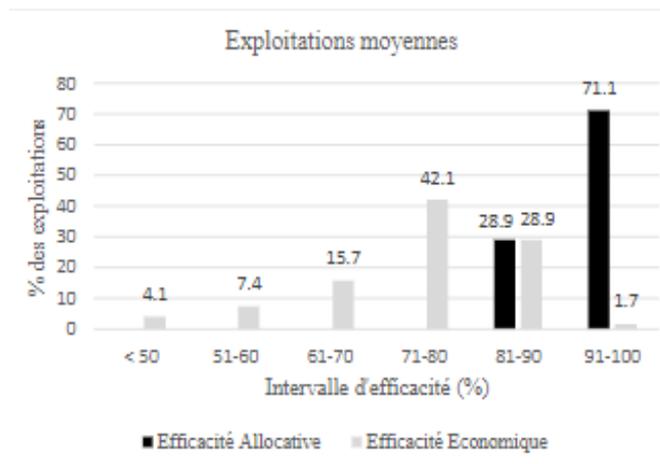
Les figures 2, 3 et 4 présentent les statistiques de réduction potentielle de coût en ressources de production pour les efficacités Allocative et Économique.



**Figure 2: Fréquences de distribution des indices d'efficacités Allocative et Économique au niveau des grandes exploitations.**

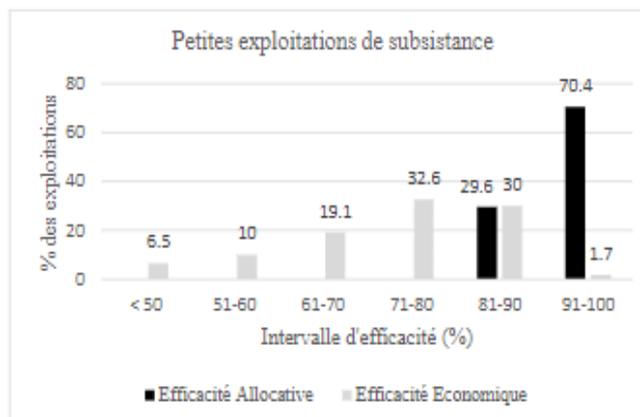
Source: L'auteur, données de l'enquête (2013).

Ces inefficacités des unités de production de maïs sur le plan économique expliquent que le rendement en maïs obtenu actuellement par les producteurs n'est raisonnablement pas ce qu'il devrait être. Il est donc possible d'améliorer le niveau actuel d'« output » (rendement en maïs) sans accroître les coûts de production et/ou réarranger les combinaisons d'« input » (main d'œuvre, consommation intermédiaire, équipement).



**Figure 3: Fréquences de distribution des indices d'efficacités Allocative et Économique au niveau des exploitations moyennes.**

Source: L'auteur, données de l'enquête (2013).



**Figure 4: Fréquences de distribution des indices d'efficacités Allocative et Économique au niveau des petites exploitations de subsistance.**

Source: L'auteur, données de l'enquête (2013).

Au total, ces différents résultats sur l'efficacité économique montrent que dans le secteur maïzicole au Bénin, des réserves de productivités à valoriser existent encore pour augmenter la part du marché dans le commerce international de la production de maïs et pour accroître les ressources à tous les maillons de la filière. La croissance de la productivité dans ce secteur jouera ainsi un rôle majeur dans la croissance globale du secteur maïzicole. La mise sur pied de politique durable d'amélioration de la productivité nécessite une bonne compréhension des déterminants des niveaux d'efficacité.

**Déterminants de l'inefficacité économique de la production de maïs** Dans la présente analyse, onze variables explicatives sont prises en compte.

**Tableau 4: Déterminants de l'efficacité économique de la production du maïs.**

Variables	Description	Signes attendus	Signes obtenus	Efficacité technique (TE)		
				Erreurs-Coefficients type	Probabilités	
Sex	Sexe	+/-	+	0,04	0,03	0,705
Age	Age	+/-	+	0,00	0,00	0,000
Instru	Instruction	+	-	0,00	0,02	0,778
Alpha	Alphabétisation	+/-	-	-0,02	0,02	0,359
Mecas	Appartenance à un groupement	+/-	-	0,00	0,02	0,348
Visiteagro	Encadrement technique	+	-	0,00	0,00	0,154
Acsem	Accès aux semences	+	+	-0,02	0,03	0,437
Acintr	Accès aux herbicides et engrais	+	-	0,03	0,02	0,015
Acred	Accès au crédit	+	-	0,01	0,02	0,210
Tranimal	Utilisation de la traction animale	+	-	-0,40	0,35	0,699
Tracteur	Utilisation du tracteur	+	+	-0,15	0,14	0,260

Source: Données de l'enquête (2013).

La mesure de l'efficacité permet d'identifier les gains potentiels de profit dans le secteur étudié.

L'analyse socioéconomique permet d'envisager l'étude dans un but de production d'extrants sous contraintes d'intrants. Là aussi, certains intrants limitent la productivité du système, mais le concept d'« intrants » doit être pris au sens large et inclure les savoirs et savoir-faire sur les processus techniques et économiques.

Les résultats du tableau 4 indiquent que les déterminants significatifs de l'efficacité économique des unités de production du maïs sont le sexe et l'âge de l'exploitant, ainsi que son accès aux semences de qualité et à la mécanisation. Par contre, les variables telles que l'instruction, l'alphabétisation, l'appartenance à un groupement de producteurs etc. n'ont aucune influence significative sur l'efficacité économique des unités de production de maïs étudiées.

## Discussion

Partant de la supposition que *le niveau d'efficacité économique des systèmes de production à base de maïs influence leur productivité auprès de la majorité des exploitations étudiées*, et sur la base des déterminants de l'efficacité technique des systèmes de production de maïs dans les zones agro-écologiques retenues, notre démarche a été de révéler les indicateurs de baisse de l'efficacité économique des systèmes de production mis en compétition afin de vérifier l'hypothèse de départ.

Faisant donc cette hypothèse, nous étions intéressés par la découverte des déterminants de l'efficacité économique des systèmes de production dans les différentes zones agro-écologiques favorables à la culture de maïs au Bénin, en vue d'évaluer le niveau de responsabilité de ces producteurs agricoles. On pourrait ainsi isoler les leviers sur lesquels il faudrait agir en vue d'améliorer durablement l'efficacité des systèmes de production à base de maïs dans leurs différents foyers de production.

Pour vérifier l'hypothèse ci-dessus et évaluer les performances économiques des systèmes de production en vue d'élucider leur fonctionnement, notre vision de système de production s'est fondée sur celle développée par Ferraton & Touzard (2009) qui s'inspirent eux-mêmes de Reboul (1976). Ces auteurs ont comparé la valeur ajoutée brute par actif et par journée de travail dans différents systèmes de culture. Cette approche permet, selon les auteurs, avant tout de comprendre comment se font les choix d'affectation des ressources disponibles.

À l'issue des différentes analyses, on peut déduire que le niveau technologique des systèmes de production dans le présent article est relativement satisfaisant pour l'ensemble des trois systèmes de production mis en compétition, que les déterminants significatifs de l'efficacité économique des unités de production du maïs sont le sexe et l'âge de l'exploitant, puis son accès aux semences de qualité et à la mécanisation. Dans la zone de recherche, l'homme a une plus grande facilité

de traitement et de combinaisons de facteurs de production que la femme ; un exploitant adulte, donc expérimenté a meilleur accès aux semences de qualité ; et la mécanisation permet de mieux rentabiliser l'exploitation.

De façon générale, l'utilisation du petit outillage traditionnel reste prépondérante avec pour corollaire la grande pénibilité des travaux agricoles, les pertes de temps et d'énergie ainsi que le manque de compétitivité de l'agriculture. Il en résulte un exode rural de plus en plus prononcé chez les jeunes, ce qui a pour conséquence le vieillissement progressif des actifs agricoles et l'amenuisement de la disponibilité en main-d'œuvre agricole dont le coût devient prohibitif.

Cette situation de faible productivité agricole, de risque d'insécurité alimentaire et de pauvreté qu'aggrave la croissance démographique, requiert donc un besoin pressant d'intensification agricole à travers la restauration et l'amélioration judicieuse de la fertilité des sols dans tous les sous-secteurs de production agricole. Il est alors important de savoir quelles sont les options de fertilisation les plus prometteuses et quelle est leur faisabilité relative aux différentes régions du Bénin. Cette observation est similaire à celle de Houndétondji *et al.* (2014) sur quelques-unes de nos variables. En effet, ces auteurs ont estimé qu'il existe des possibilités d'accroissement de l'efficacité économique de 73% sans avoir recours à d'intrants supplémentaires. Ce qui est très proche de nos résultats qui évoquent une possibilité d'accroissement de 55% dans les mêmes conditions. Ainsi, il se pose au niveau de ces producteurs une question de meilleure allocation des ressources productives.

En somme, la filière maïs constitue de fait une importante activité de sécurité alimentaire et créatrice d'emplois pour les ménages. Elle représente une source d'emplois permanents et à temps partiels pour plus d'un million de Béninois (PPAAO, 2012). Cette activité agricole a une potentialité de croissance pro-pauvre exceptionnelle sur l'échiquier des filières agricoles du Bénin ; elle a contribué à satisfaire les besoins en alimentation d'une population en plein essor démographique malgré le peu d'attention qui lui était accordée dans les politiques agricoles avant la crise alimentaire de 2008. Partant, la filière maïs soulage le budget national, et fait de la production de cette denrée, une activité économique importante.

### Conclusion et implications

Le présent article a permis de présenter les niveaux actuels de performances allocative et économique des systèmes de production de maïs au Bénin, afin de déceler les réserves dont ils disposent encore pour contribuer à leur productivité et à la croissance économique des producteurs de maïs. L'étude a permis d'une part, d'analyser les caractéristiques démographiques et socioéconomiques des exploitants de maïs au Bénin, et d'autre part de mesurer les indices de ces efficacités et leur décomposition. Il en résulte que des actions pour réduire les coûts en maintenant constant le niveau de production ou pour augmenter la production de maïs sans augmenter les coûts de production deviennent nécessaires pour rendre cette activité plus rentable et permettre l'augmentation des revenus du producteur. À cet effet, les approches stochastiques de frontière de production et de coût ont été requises pour évaluer les niveaux d'efficacités. Ces niveaux d'efficacités étant évalués et montrant une grande proportion de producteurs présentant encore des inefficacités dans la production de maïs (55% de l'échantillon étudié), des marges de manœuvre restent alors possibles pour accroître leur production sans augmenter leurs niveaux d'intrant, ou faire des économies sur les coûts avec leurs productions actuelles. Il en ressort que les niveaux d'indices d'Efficacité Allocative varient entre 0,85 et 0,99. L'efficacité moyenne est de 0,93 pour l'ensemble combiné des systèmes de production et pour chacun des 3 systèmes. En moyenne, on note une plus grande efficacité économique pour les " *grandes exploitations à système de production intensif* " avec un ratio de 0,79 comparativement aux 2 autres types. Malgré la maîtrise de la technologie de production, les exploitants du système des " *petites exploitations de subsistance* " n'allouent pas efficacement les ressources productives en raison de leurs prix respectifs. Cette inefficacité allocative proviendrait surtout du prix relativement élevé des facteurs de production.

### Remerciements

La présente recherche a bénéficié du soutien matériel du sous-projet " Centre National de Spécialisation sur le Maïs ", composante 5 année 2012 (CNS-Maïs/2012/05) piloté par l'INRAB et financé par le Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO). Les auteurs expriment leurs profondes reconnaissances à ces Institutions pour leur accompagnement à la collecte des données dans le cadre de l'étude sur les évaluations agronomique et socio-économique des systèmes de production durables à base de maïs dans les zones agro-écologiques du Bénin.

### Références Bibliographiques

- [1]. Agossou D.S.M., C.R. Tossou, V.P. Vissoh & K.E. Agbossou, 2012. Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois. *African Crop Science Journal*, Vol. 20, Printed in Uganda. All rights reserved. ISSN 10219730/2012. Issue Supplement s2, pp. 565-588.
- [2]. AGVSA, 2013. Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire (AGVSA) – 2013. Présentation des résultats-Janvier 2014. 146p.
- [3]. Alé A.G., 2010. Production agricole à base coton et perspectives de développement durable au Bénin : des indicateurs de performances des exploitations agricoles à une approche de régulation hiérarchisée. Thèse de Doctorat en Sciences Sociales. Université Catholique de Louvain, Faculté des Sciences Économiques, Sociales Politiques et de Communication, Belgique, 253p avec annexes.
- [4]. Arouna A., 2009. Domestic and Agricultural Water Use by Rural Households in the Oueme River Basin (Benin): An Economic Analysis Using Recent Econometric Approaches. Dissertation Submitted in fulfilment of the requirements for the degree "Doktor der Agrarwissenschaften". (Dr.sc.agr./ Ph.D. in Agricultural Sciences) *To the Faculty of Agricultural Sciences*, on September 15, 2009, 148p.

- [5]. Coelli T.J., 1996. A guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. CEPA working papers Department of Econometrics University of New England Armidale, NSW 2351, Australia, 33p.
- [6]. Coelli T.J., Prasada Rao D.S. & Battese G.E., 1998. An introduction to efficiency and productivity analysis. *Kluwer Academic Publishers*, Boston/Dordrecht/London, 274p.
- [7]. Diallo B., Traoré A., Dembélé N. & Staatz J., 2012. Les perspectives d'échanges et la promotion des chaînes de valeurs agricoles en Afrique de l'Ouest (campagne 2012-13). *PRESAO*. Résultats de recherche n° 2012-12, 4p.
- [8]. Ferraton N. & Touzard I., 2009. Comprendre l'agriculture familiale : diagnostic des systèmes de production. *Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux-2*, Passage des Déportés 5030 Gembloux, Belgique, 135p.
- [9]. Folefack D.P., Njomaha C. & Djouldé D.R., 2008. Diagnostic du système de production et de commercialisation du jus d'oseille de Guinée dans la ville de Maroua. *TROPICULTURA*, 2008, 26, 4, 211-215, pp 211-215.
- [10]. Ghali M., Daniel K., Colson F. & Latruffe L., 2014. Diagnostic de l'efficacité technique des exploitations agricoles françaises: une analyse de l'efficacité d'utilisation des ressources énergétiques et exploration des déterminants relevant des pratiques agricoles, 29p.
- [11]. Gnimadi A., 2008. Étude pour l'identification des filières agro-industrielles prioritaires. In : *Étude pour l'identification des filières prioritaires dans les pays des filières agricoles de l'UEMOA*, pp. 14-26.
- [12]. Houndétonji D.S., Biaou G., & Zannou A., 2014. Efficacité économique de la production du maïs et ses déterminants dans la commune de Zogbodomey au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques 18(2) : 61-77 (2014) ISSN 1659-5009*, pp. 61-78.
- [13]. INSAE, DPP/MAEP & PAM, 2014. Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire (AGVSA). Programme Alimentaire Mondial, Service de l'Analyse de la Sécurité Alimentaire (VAM). INSAE, Bénin ; Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies (PAM), Rome, Italie, 146p.
- [14]. Kiaer A.N., 1897. The representative method of statistical surveys. Papers from the Norwegian Academy of Science and Letters, II. The Historical, philosophical Section, 1897 No. 4.
- [15]. Maddala G.S., 1983. Limited-dependent and qualitative variables in econometrics. *Econometric Society Monographs*. Cambridge University Press. New York, 401 p.
- [16]. Mazoyer M., 1987. Dynamique des systèmes agraires. Rapport de synthèse présenté au Comité des systèmes agraires. Paris : 16-17-18 Novembre 1987. *Paris. Ronéo*, 20p.
- [17]. Namegabe, M.J.L., 2006. Le rôle des goulots d'étranglement de la commercialisation dans l'adoption des innovations agricoles chez les producteurs vivriers du Sud-Kivu (Est de la R.D. Congo), Dissertation, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Académie universitaire Wallonie-Europe, Belgique, pp. 98-127.
- [19]. Neyman J., 1934. On the two different aspects of representative method: the method of stratified sampling and the method of purposive selection. *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 97, n° 4 (1934), pp. 558-625.
- [20]. PPAO/CNS-Maïs, 2012. Évaluations agronomique et socio-économique des systèmes de production à base de maïs dans les zones agroécologiques du Bénin. Document de projet de recherche, 2012/05, 62p.
- [21]. Reboul C., 1976. Mode de production et système de culture et d'élevage. *Économie Rurale*, 112. Mars-avril 1976 : 55-65.
- [22]. Schmidt P. & Lovell C.A.K., 1979. Estimating Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers, *Journal of Econometrics*, 9: 343-366.
- [23]. Toléba Séidou M., Biaou G., Saïdou A. & Zannou A., 2015. Fonctionnement de la filière maïs au Bénin. *Cahiers du CBRST, Cotonou (Bénin)*. ISSN : 1840-703X, N° 7 juin 2015. Volume 1, pp. 35-73.
- [25]. Toléba Séidou M., Biaou G., Zannou A. & Saïdou A., 2016. Évaluation Du Niveau D'efficacité Technique Des Systèmes De Production À Base De Maïs Au Bénin. *European Scientific Journal September 2016 edition vol.12, No.27 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431*, PP 276-299.
- [26]. Tschuprow A.A. 1923. On the mathematical expectation of the moments of frequency distributions in the case of correlated observations (Chapters I-III). *Metron*, 2, 461-493.