

## Effect of Good Practices in Adaptation to Climate Change on the Technical Efficiency of Agricultural Producers

Arahama Traoré<sup>1</sup>, Souleymane Ouédraogo<sup>2</sup> et Patrice Toé<sup>3</sup>

### Abstract

The objective of this research is to assess the effect of Good Practices for Adaptation to Climate Change (GPACC) on the technical efficiency of farmers who are members of functional farmers' organizations in the provinces of Passore and Zondoma in Burkina Faso. It uses data from three agricultural seasons (2016-2018) collected from a sample of 1556 farmers, including 1221 women and 335 men. An econometric model of the output-oriented distance function was used as an analysis tool. The results show that women and men are technically ineffective regardless of the GPACC modality adopted. However, the adoption of three and four GPACC improves women's technical efficiency with efficiency scores of 59% and 60% respectively against 49% for non-adopters. Among men, adopting one and two GPACCs increase their technical efficiency with scores of 74% and 71% respectively versus 62% for non-adopters. In addition to GPACC, socio-economic and institutional factors determine the technical effectiveness of men and women. In the light of the results of this study, a good promotion of GPACC is necessary to improve the productive potential of farms.

**Key Words:** Climate change, technical efficiency, distance function, women, men, Burkina Faso

### 1. Introduction

Les bonnes pratiques d'adaptation aux changements climatiques (BPACC) en l'occurrence les techniques de conservation des eaux et des sols (CES), les semences de variétés améliorées, la fumure organique et les engrais chimiques sont indispensables pour l'accroissement de la productivité agricole dans les pays sahéliens. Cette conception repose sur l'idéologie néo-classique de la production, qui stipule que le producteur cherche à maximiser sa fonction d'utilité sous contraintes, lesquelles sont représentées par la fonction de production qui relie les quantités produites aux quantités de facteurs utilisées avec les techniques possibles (Cueva et Heyer, 1997). Sur cette base, de nombreuses études ont montré que les BPACC ont un effet positif sur les rendements agricoles (Bélemviré et *al.*, 2008 ; Bambara et *al.*, 2012 ; Yabi et *al.*, 2017). Toutefois, les rendements moyens des cultures auprès des producteurs (pratiques paysannes) sont largement inférieurs (Yabi et *al.*, 2017) aux rendements potentiels obtenus sur les parcelles de démonstration en milieu paysan (Traoré et *al.*, 2018). Cet écart pourrait être lié d'une part aux facteurs aléatoires du milieu et d'autre part à l'inefficacité technique des producteurs. Des auteurs comme Ouédraogo (2015), Amoussouhoui et *al.* (2017), Kpenavoun et *al.* (2017), Aminou et *al.* (2018) et Lawin (2017) ont par ailleurs prouvé l'inefficacité technique des producteurs dans l'allocation des ressources dans le processus de production agricole dans plusieurs pays d'Afrique. A l'image de Farrell (1957), ces auteurs ont tenté de comprendre les raisons qui conduiraient les producteurs à produire en dessous de leur frontière de production. Les résultats de ces études restent cependant mitigés quant aux facteurs qui expliquent le comportement d'inefficacité des producteurs. De plus, elles ne fournissent pas d'information sur l'effet des BPACC sur l'efficacité technique des producteurs. En outre, dans la zone Ouest africaine, en dehors du peu ou du moins de manque d'information sur la thématique, de manière générale, les études antérieures qui ont analysé les questions d'efficacité technique des producteurs ont rarement utilisé des données de panel.

<sup>1</sup> Ingénieur de Recherche, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) / Département Gestion des Ressources Naturelles/Systèmes de Production (GRN-SP) / CREAM de Kamboinsé, 01 BP 476, Ouagadougou 01, Email: arahama.traore@yahoo.fr, Téléphone: (+226) 71 07 36 83/(+226) 61 96 22 22, Burkina Faso.

<sup>2</sup> Maître de Recherche, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) / GRN-SP / CREAM, 01 BP 476, Ouagadougou 01, Email: kouedsouley144@outlook.fr, Téléphone: (+226) 70 27 84 73/(+227) 90 80 69 07.

<sup>3</sup> Maître de Conférence, Université Nazi BONI de Bobo Dioulasso, Institut du Développement Rural/ Département de Sociologie et Economie Rurales, Email: patrice\_toe57@yahoo.fr, Téléphone: (+226) 70 26 03 01, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Enfin, l'analyse de l'effet des BPACC sur l'efficacité technique des producteurs selon le sexe (genre) est peu abordée dans la littérature. Pourtant, comparativement aux hommes, les femmes ont un faible accès aux facteurs de production, à l'appui technique et en dehors des travaux champêtres, elles s'occupent de la majorité des travaux domestiques (MPF, 2012). Cette différence de base initiale et de responsabilité entre les deux catégories d'exploitants peut différencier les déterminants d'efficacité ainsi que l'effet des BPACC. Au regard de ce qui précède, le présent article vise d'une part à estimer le niveau d'efficacité technique des productrices et producteurs et d'autre part à analyser l'effet des BPACC sur l'efficacité technique des productrices et des producteurs. Sur le plan méthodologique, cette étude utilise l'approche de la frontière de production développée par Farrell (1957) pour évaluer l'effet des BPACC sur l'efficacité technique des producteurs. Comme outil d'analyse, elle utilise une fonction de distance en output (produit) développée par Shephard (1970) pour tenir compte d'une technologie multi-produits des exploitations agricoles au Burkina Faso. Elle utilise des données de trois enquêtes successives auprès des mêmes individus, toute chose capitale pour la robustesse des résultats. Enfin, les résultats sont fournis selon le sexe de l'exploitant pour plus de spécificité.

## 2. Méthodologie de l'étude

### 2.1. La Zone d'étude

Cette recherche a été menée dans les provinces du Zondoma et du Passoré dans la région du nord du Burkina Faso où les conditions agro-climatiques sont précaires (Ganou, 2005 ; Tiama et al., 2018). Le choix des deux provinces se justifie par le fait qu'elles ont abrité le projet « *Services Financiers et Déploiement des Innovations Agricoles au Burkina Faso (SFDLAB)* » au cours duquel les données ont été collectées. Dans le Passoré, l'étude a été réalisée dans 64 villages des communes de Arbolé, La-Toden, Bagaré, Kirsi, Samba et Bokin. Dans le Zondoma, ce sont 49 villages des communes de Boussou, Lèba, Tougo et Bassi qui ont été concernés.

### 2.2. Choix de l'échantillon d'étude

Cette recherche utilise les données que nous avons collecté dans le cadre du projet SFDIAB. Comme le projet avait pour objectif de promouvoir l'adoption des innovations agricoles à travers la mise en relation des producteurs avec des institutions de microfinance, il s'est intéressé aux organisations paysannes (OP) fonctionnelles et qui avait le niébé dans leur système de production. Ainsi, les listes des OP ont été établies en collaboration avec les services techniques de l'agriculture des provinces. Sur la base de ces listes, un choix des OP a été fait en fonction de leur pratique agricole et leur orientation sur le marché. Les membres des OP sélectionnées constituent l'échantillon d'étude soit 1556 exploitants (1221 femmes et 335 hommes). Le nombre élevé des femmes était surtout lié à la spéculation d'intérêt du projet. Le crédit était lié au niébé (principale culture des femmes), une spéculation rentable pour faciliter le remboursement des prêts. Trois collectes de données à l'aide d'un questionnaire individuel ont été menées sur trois campagnes agricoles (2015-2016, 2016-2017, 2017-2018) auprès des mêmes producteurs.

### 2.3. Choix de l'outil d'analyse de l'efficacité technique des producteurs

La fonction de distance stochastique orientée en output  $D(x, y)$  définie par Shephard (1970), est utilisée pour analyser l'efficacité technique des exploitants car elle permet de tenir compte des technologies multi-input et multi-output. Sa forme théorique de  $D(x, y)$  est la suivante :

$$D(x, y) = \min_{\eta} \left\{ \eta > 0 : \left( x, \frac{1}{\eta} y \right) \in P(x) \right\} \quad (1)$$

Avec,  $y \in R_+^m$ , le vecteur des outputs,  $x \in R_+^k$ , le vecteur des inputs et le scalaire  $\eta$  correspond à la proportion à laquelle la production peut être augmentée tout en maintenant constant le vecteur d'intrants ;  $P(x)$  les possibilités de production:

$$P(x) = \{y \in R_+^m : x \in R_+^k, x \text{ peut produire } y\} \quad (2)$$

$D(x, y)$  est non-décroissant, positif, linéairement homogène de degré +1 et convexe dans  $y$ , et non-croissant et quasi convexe dans  $x$  (Shephard, 1970 ; Coelli et al., 2005).  $D(x, y)$  prend une valeur inférieure ou égale à 1 si le vecteur des outputs,  $y$ , est un élément de l'ensemble de production réalisable.  $D(x, y)$  prend une valeur 1 lorsque  $y$  se trouve sur la frontière de l'ensemble des  $P(x)$ . Autrement dit,  $0 < D(x, y) \leq 1$ .  $D(x, 0) = 0$  pour tout  $x$  non négatif.

**2.4. Spécification de la fonction de distance en output**

La spécification de la fonction de distance stochastique orientée en output est approximée par la forme fonctionnelle Translog. Cette spécification est considérée comme beaucoup plus flexible. De plus, elle prend en compte les interactions entre les inputs et permet d'imposer les propriétés d'homogénéité et de symétrie. Pour un échantillon de  $i= 1, 2, \dots, N$  exploitants, la fonction de distance multi-outputs Translog est définie comme suit :

$$\ln D_i = \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \ln y_{mi} + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} (\ln y_{mi})(\ln y_{ni}) + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} (\ln x_{ki})(\ln x_{kl}) + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \delta_{km} (\ln x_{ki})(\ln y_{mi}) \quad (3)$$

Où,  $D$  est la distance par rapport à la frontière;  $k$  est l'indice des intrants,  $m$  est l'indice des produits;  $\alpha_m$ , le vecteur des coefficients des produits ;  $\alpha_{mn}$ , le vecteur des coefficients des interactions entre les produits ;  $\beta_k$ , l'ensemble des coefficients des intrants ;  $\beta_{kl}$ , le vecteurs des paramètres des interactions entre les intrants ;  $\delta_{km}$ , le vecteur des coefficients des interactions entre produits et intrants ;  $\ln y_m$  correspond au logarithme de la production de la culture  $y_m$  ;  $\ln x_k$  le logarithme de la quantité de l'intrant  $x_k$  utilisée par le producteur.

Avec la contrainte de symétrie, nous avons :

$$\alpha_{mn} = \alpha_{nm}, m, n = 1, 2, \dots, M ; \beta_{kl} = \beta_{lk}, k = 1, 2, \dots, K. \quad (4)$$

L'homogénéité de degré +1 en output ( $y$ ) exige que les conditions suivantes soient vérifiées :

$$\sum_{m=1}^M \alpha_m = 1 ; \sum_{m=1}^M \alpha_{mn} = \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} = 0, m, n = 1, 2, \dots, M, \sum_{m=1}^M \delta_{km} = 0, k = 1, 2, \dots, K. \quad (5)$$

Par ailleurs, selon Lovell et al. (1994) cette condition implique que :

$$D_i(x_{ki}, \lambda y_{mi}) = \lambda D_i(x_{ki}, y_{mi}) \text{ pour tout } \lambda > 0. \quad (6)$$

D'où, la possibilité de choisir arbitrairement un des produits et poser :  $\lambda = 1/y_{Mi}$  avec  $y_{Mi}$ , la production d'une spéculation donnée, la fonction de distance devient alors :

$$\ln(D_i/y_{Mi}) = \alpha_0 + \sum_{m=1}^{M-1} \alpha_m \ln(y_{mi}/y_{Mi}) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{M-1} \alpha_{mn} (\ln y_{mi}/y_{Mi})(\ln y_{ni}/y_{Mi}) + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} (\ln x_{ki})(\ln x_{kl}) + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \delta_{km} (\ln x_{ki})(\ln y_{mi}/y_{Mi}) \quad (7)$$

En tirant  $\ln y_{Mi}$  on obtient :

$$-\ln y_{Mi} = \alpha_0 + \sum_{m=1}^{M-1} \alpha_m \ln \left( \frac{y_{mi}}{y_{Mi}} \right) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{M-1} \alpha_{mn} \left( \frac{\ln y_{mi}}{y_{Mi}} \right) \left( \frac{\ln y_{ni}}{y_{Mi}} \right) + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} (\ln x_{ki})(\ln x_{kl}) + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \delta_{km} (\ln x_{ki}) \left( \frac{\ln y_{mi}}{y_{Mi}} \right) - \ln D_i \quad (8)$$

Farrell (1957) a utilisé la réciproque de la fonction de distance en output pour mesurer l'efficacité technique (ET<sub>i</sub>) d'une unité de production :

$$D_i = 1/ET_i \Leftrightarrow \ln D_i + \ln ET_i = 0 \Leftrightarrow \ln D_i = \mu_i \text{ avec } -\ln ET_i = \mu_i \quad (9)$$

Ainsi, en ajoutant le terme d'erreur aléatoire  $v_i$ , la fonction de distance en output Translog peut alors être transformée en une frontière stochastique de la manière suivante :

$$-\ln y_{Mi} = \alpha_0 + \sum_{m=1}^{M-1} \alpha_m \ln(y_{mi}/y_{Mi}) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{M-1} \alpha_{mn} (\ln y_{mi}/y_{Mi})(\ln y_{ni}/y_{Mi}) + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} (\ln x_{ki})(\ln x_{kl}) + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \delta_{km} (\ln x_{ki})(\ln y_{mi}/y_{Mi}) + v_i - u_i \quad (10)$$

Comme hypothèses sur les erreurs, nous avons : (i)  $v_i$  est indépendamment et identiquement distribué (iid) et suit une distribution normale de moyenne zéro (0) et de variance  $\sigma_v^2$  [ $v_i \sim iid/N(0, \sigma_v^2)$ ] ; (ii)  $v_i$  est indépendant du terme d'inefficacité technique de chaque producteur  $u_i$  ( $\sigma_{uv}=0$ ) ; (iii)  $u_i$  est une variable non négative, tronquée à zéro et a une distribution normale en valeur absolue  $\sigma_u^2$  [ $u_i \sim iid/N^+(0, \sigma_u^2)$ ].

La fonction de distance orientée d'output, en plus de la possibilité d'estimer les scores d'efficacité, permet d'identifier les facteurs explicatifs de l'efficacité. Le terme d'inefficacité technique  $u_i$  peut être spécifié par la formule suivante :

$$u_i = \lambda z_i + w_i \quad (11)$$

Où  $Z$  est un vecteur de variables explicatives de l'inefficacité technique et  $\lambda$  l'ensemble des paramètres associés aux variables explicatives. Les producteurs sont dits techniquement efficaces lorsque l'indice d'efficacité est égal à 1. Lorsque cet indice est inférieur à 1, les producteurs sont inefficaces. Pour les sources d'efficacité, l'interprétation des résultats repose sur les paramètres de variance suivants :  $\sigma^2$ ,  $\gamma$  et  $\lambda$ . Selon Battese et Corra (1977) :

$$\sigma^2 = \sigma_{\mu}^2 + \sigma_v^2 \quad (12)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_{\mu}^2}{\sigma_{\mu}^2 + \sigma_v^2} \quad (13)$$

$\gamma$  est comprise entre 0 et 1.  $\gamma$  mesure la part de la contribution de l'erreur due à l'inefficacité technique dans la variabilité totale. Une valeur de  $\gamma=1$  montre que la totalité de l'écart entre la frontière et la production observée est due à l'inefficacité technique du producteur. Lorsque  $\gamma=0$ , toute déviation de la frontière est due aux facteurs aléatoires. Lorsque  $0<\gamma<1$ , la déviation de la frontière est due à la fois à l'inefficacité technique et aux facteurs aléatoires.

## 2.5. Spécification des variables introduites dans la fonction de distance stochastique

Les productions ont été regroupées en trois catégories (tableau1) : les céréales, les oléagineux et les légumineuses. Les céréales sont représentées par la production totale du sorgho, du mil, du maïs, du fonio et du riz. Les oléagineux correspondent à la production totale de l'arachide et du sésame. Les légumineuses sont représentées par la production totale du voandzou et du niébé. Le produit de référence considéré comme variable dépendante est la production totale des céréales. Les produits utilisés comme variables indépendantes sont les légumineuses et les oléagineux. Les intrants introduits dans la fonction de distance sont les quantités de travail, terre, semence, engrais, herbicide, insecticide et le capital.

**Tableau1** : Description des variables de la fonction de distance stochastique

Variable	Paramètre	Unité de mesure	Description
CER		Kilogramme	Production totale des céréales
LEG	$\lambda 1$	Ratio	Production totale des légumineuses/production des céréales
OLE	$\lambda 2$	Ratio	Production totale des oléagineux/production des céréales
SUP	$\beta 1$	Hectare	Superficie totale emblavée
SEM	$\beta 2$	Kilogramme	Quantité totale de semence utilisée
FOT	$\beta 3$	Kilogramme	Quantité totale de la fumure organique
Eng	$\beta 4$	Kilogramme	Quantité totale d'engrais utilisée
Her	$\beta 5$	Litre	Quantité totale d'herbicide utilisée
Ins	B6	Litre	Quantité totale d'insecticide utilisée
MOT	B7	Homme-jour	Quantité totale de main d'œuvre utilisée
CAPI	$\beta 8$	Fcfa	Valeur de l'amortissement du capital

## 2.6. Spécification des variables introduites dans le modèle d'inefficacité

Après le test de multicollinéarité, un total de dix (10) variables et douze a été retenu respectivement pour les femmes et pour les hommes (tableau2). L'option '*robust*' a été ajoutée à nos estimations pour tenir compte des problèmes d'hétéroscédasticité. Un signe négatif d'un paramètre signifie un effet positif de la variable associée sur l'efficacité technique. Un signe positif d'un coefficient estimé associé à une variable donnée indique une diminution de l'efficacité technique liée à la variable.

**Tableau 2** : Spécification des variables introduits dans le modèle d'inefficacité technique

Variable	Type de variable	Spécification des variables	Signe attendu
BPACC	Qualitative multinomiale	BPACC1= 1 pour adoption d'une BPACC et 0 si non BPACC2= 1 pour adoption de deux BPACC et 0 si non BPACC3=1 pour adoption de trois BPACC et 0 si non BPACC4=1 pour adoption de quatre BPACC et 0 si non	Positif
Actif	Quantitative	Nombre d'actif au sein du ménage	Positif
EXP	Quantitative	C'est le nombre d'année d'expérience du producteur dans l'agriculture	Positif
Credit	Qualitative	C'est l'accès des producteurs au crédit Cred=1 si oui et 0 si non	Positif
Activ	Qualitative	Réalisation d'activité secondaire. Activ=1 si oui et 0 si non	Positif
Equi	Qualitative	C'est la possession d'équipement mécanisé. Equi = 1 si oui et 0 si non	Positif
Visit	Quantitative	Nombre de visites du vulgarisateur dans le champ du producteur par an	Positif
Forma	Qualitative	Participation à une formation spécialisée. Forma= 1 si oui et 0 si non.	Positif

Prum	Qualitative	C'est la possession de petits ruminants. Prum= 1 si oui et 0 si non.	Positif
Rum	Qualitative	C'est la possession de ruminants (bœuf ou âne). Rum =1 si oui et 0 si non	Positif
Intrant_temps	Qualitative	C'est la disponibilité des intrants à temps. Elle prend la valeur 1 si le producteur déclare que les intrants sont disponibles à temps et 0 si non	Positif
Sol	Qualitative	Type de sol exploité par le producteur. Sol=1 si sol du champ est essentiellement gravillonnaire ou latéritique et 0 si non.	Négatif

L'estimation des déterminants d'inefficacité technique a été fait simultanément avec la fonction de distance par la méthode de maximum de vraisemblance.

### 3. Résultats

Cette partie traite des statistiques descriptives des variables utilisées et des résultats de l'estimation de la fonction de distance stochastique.

#### 3.1. Statistiques descriptives des variables introduites dans la fonction de distance

Les statistiques descriptives sont consignées dans le tableau 3.

**Tableau 3** : Statistiques descriptives sommaires des variables utilisées

Variable	Moyenne		Ecart type	
	Femmes		Hommes	
<b>Modèle de production</b>				
CER	885,00	820,52	2288,68	2035,61
LEG	110,21	178,70	311,88	570,37
OLE	136,78	166,24	235,86	312,29
SUP	1,12	0,58	3,86	2,51
SEM	10,60	11,01	57,46	81,69
Herb	0,23	0,69	0,90	2,39
Ins	0,18	0,54	0,68	1,83
Eng	21,90	37,65	89,56	128,44
FOT	575,66	864,27	2962,17	3238,29
MOT	28,80	27,41	53,93	56,15
CAP	2885,00	3229,89	4554,66	7118,25
<b>Modèle d'inefficacité</b>				
Actif	-	-	7,30	4,66
Exp	11,11	9,30	16,84	12,44
Credit (%)	28	-	21	-
Actif (%)	54	-	43	-
Equi	-	-	89	-
Visit	1,41	2,57	1,63	3,07
Forma (%)	13	-	17	-
Prum (%)	77	-	91	-
Rum (%)	45	-	61	-
Intrant_temps (%)	77	-	79	-
Sol (%)	44	-	55	-
	Aucun	12,86	-	3,78
BPACC (%)	Une BPACC	22,80	-	13,43
	Deux BPACC	32,05	-	29,05
	Trois BPACC	26,29	-	39,60
	Quatre BPACC	6,01	-	14,13

**Source :** Données d'enquête des campagnes agricoles 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018

### 3.1.1. Pour les femmes

Les productions sont estimées à 885kg pour les céréales, 110kg pour les légumineuses et 136,8kg pour les oléagineux. Elles emblavent une superficie de 1,12ha et utilisent 10,6kg de semence, 0,18l d'insecticide, 0,23l d'herbicide, 575,67kg de fumure organique et 21,9kg d'engrais et une quantité de main d'œuvre de 28,8homme-jour. Le capital s'élève à 2885 Fcfa. Elles ont 11 années d'expérience dans l'agriculture et reçoivent 1,4 fois la visite du vulgarisateur par an. Le niveau d'accès au crédit et à une formation spécialisée est faible. Elles sont à 44% exploitantes des sols gravillonnaires. Environ 77% et 45% des femmes possèdent respectivement un petit ruminant et un ruminant. Les taux d'adoption sont de 22,80%, 32,05%, 26,29%, 6,01% respectivement pour une, deux, trois et quatre BPACC.

### 3.1.2. Pour les hommes

Les productions des céréales, des légumineuses et des oléagineux sont respectivement de 2288,7kg, de 311,9kg et de 235,9kg. Cette production est réalisée sur 3,86ha où 57,4kg de semence, 0,7l d'insecticide, 0,9l d'herbicide, 2962,2kg de fumure organique, 89,6kg d'engrais et 53,9 homme-jour de travail sont utilisés. Le capital est estimé à 4555 Fcfa. Le nombre d'actifs agricoles est égal à 7. Ils possèdent une expérience de 17 années et bénéficient 1,6 fois la visite du vulgarisateur par an. Ils sont à 89% propriétaires d'un équipement mécanisé et 55% d'entre eux exploitent des sols gravillonnaires. Environ 21% d'entre eux ont accès au crédit. En majorité, ils possèdent au moins un petit ruminant et un ruminant. Environ 13,43%, 29,05%, 39,60% et 14,13% adoptent respectivement une, deux, trois et quatre BPACC.

## 3.2. Résultats de l'estimation de la fonction de distance stochastique

Les résultats de l'estimation des frontières de distance stochastique en output avec effets d'inefficacité technique incorporés sont consignés dans le tableau 4. Le test du ratio de vraisemblance montre que les deux modèles sont significatifs au seuil de 1%. Le paramètre  $\gamma$  est de 0,9519 pour les femmes et de 0,9012 pour les hommes. Ces valeurs de  $\gamma$  sont significativement différentes de 0 et inférieure à 1 au seuil de 1%. De ce fait, l'hypothèse selon laquelle les exploitants sont tous techniquement efficaces est rejetée au seuil de 1%. Par conséquent, une partie de l'inefficacité des producteurs est due aux erreurs techniques et le choix de la frontière stochastique de la fonction de distance en output est approprié.

**Tableau 4 :** Résultats de l'estimation de la fonction de production chez les femmes et hommes

Variables	Variable dépendante=LnCER							
	Femmes				Hommes			
	Coefficients	Ecart type	Z	P>z	Coefficients	Ecart type	z	P>z
LnLEG	-0,4267***	0,0297	-14,39	0,000	-0,2660***	0,0500	-5,32	0,000
LnOLE	0,1073***	0,0315	3,4	0,001	0,6493***	0,0679	9,56	0,000
LnSUP	2,4331***	0,1684	14,45	0,000	1,3105***	0,2946	4,45	0,000
LnSEM	-1,3971***	0,1339	-10,43	0,000	-1,0808***	0,2074	-5,21	0,000
LnHer	0,1182	0,2048	0,58	0,564	0,5061**	0,2020	2,51	0,012
LnIns	-0,0573	0,2352	-0,24	0,808	-0,2948	0,2917	-1,01	0,312
LnEng	0,2467***	0,0391	6,31	0,000	0,0854	0,0603	1,42	0,157
LnFOT	0,0319	0,0247	1,29	0,196	0,0967**	0,0435	2,22	0,026
LnMOT	0,2858***	0,1037	2,76	0,006	0,3803*	0,2018	1,88	0,06
LnCAP	0,0660***	0,0225	2,94	0,003	0,0764	0,0530	1,44	0,149
LnLEG_LnLEG	-0,0648***	0,0046	-14,22	0,000	-0,0282***	0,0071	-3,95	0,000
LnOLE_LnOLE	0,0862***	0,0070	12,3	0,000	0,2111***	0,0107	19,64	0,000
LnSUP_LnSUP	0,7588***	0,0658	11,54	0,000	0,1103	0,1136	0,97	0,332
LnSEM_LnSEM	0,4104***	0,0552	7,43	0,000	0,3539***	0,0712	4,97	0,000
LnHer_LnHer	-0,0337	0,2122	-0,16	0,874	0,0213	0,1100	0,19	0,847
LnIns_LnIns	-0,0948	0,1983	-0,48	0,632	0,1073	0,1206	0,89	0,374
LnEng_LnEng	-0,0037	0,0103	-0,35	0,724	0,0133	0,0135	0,98	0,325
LnFOT_LnFOT	0,0095**	0,0047	2,02	0,043	0,0043	0,0067	0,64	0,521
LnMOT_LnMOT	-0,0041	0,0356	-0,11	0,909	-0,2662***	0,0574	-4,64	0,000

LnCAP_LnCAP	0,0039	0,0039	1,02	0,309	0,0032	0,0079	0,41	0,681
LnLEG_LnOLE	-0,0143***	0,0025	-5,78	0,000	-0,0147***	0,0035	-4,2	0,000
LnLEG_LnSUP	-0,0083	0,0098	-0,85	0,397	-0,0338**	0,0138	-2,46	0,014
LnLEG_LnSEM	-0,0083	0,0075	-1,11	0,267	0,0042	0,0081	0,52	0,6
LnLEG_LnHer	0,0166	0,0119	1,4	0,162	0,0097	0,0086	1,12	0,261
LnLEG_LnIns	-0,0113	0,0146	-0,78	0,438	-0,0202*	0,0117	-1,72	0,085
LnLEG_LnEng	0,0027	0,0025	1,06	0,291	0,0032	0,0029	1,1	0,271
LnLEG_LnFOT	0,0011	0,0017	0,63	0,527	0,0031	0,0024	1,27	0,206
LnLEG_LnMOT	-0,0095	0,0068	-1,4	0,163	-0,0009	0,0098	-0,09	0,931
LnLEG_LnCAP	0,0030**	0,0014	2,16	0,031	-0,0007	0,0039	-0,17	0,862
LnOLE_LnSUP	0,1035***	0,0104	9,99	0,000	0,0774***	0,0206	3,76	0,000
LnOLE_LnSEM	-0,0489***	0,0068	-7,2	0,000	0,0065	0,0106	0,61	0,539
LnOLE_LnHer	0,0250*	0,0133	1,88	0,061	0,0234*	0,0137	1,71	0,087
LnOLE_LnIns	-0,0067	0,0143	-0,47	0,639	-0,0040	0,0169	-0,23	0,814
LnOLE_LnEng	0,0061**	0,0029	2,11	0,035	0,0102**	0,0045	2,26	0,024
LnOLE_LnFOT	0,0074***	0,0017	4,43	0,000	0,0140***	0,0037	3,75	0,000
LnOLE_LnMOT	0,0277***	0,0070	3,94	0,000	-0,0102	0,0152	-0,67	0,502
LnOLE_LnCAP	0,0121***	0,0014	8,57	0,000	0,0152***	0,0050	3,05	0,002
LnSUP_LnSEM	-0,5211***	0,0539	-9,66	0,000	-0,3117***	0,0812	-3,84	0,000
LnSUP_LnHer	-0,1428	0,1128	-1,27	0,206	0,1147*	0,0691	1,66	0,097
LnSUP_LnIns	0,0662	0,1128	0,59	0,558	-0,0203	0,0864	-0,23	0,814
LnSUP_LnEng	0,0330***	0,0122	2,72	0,007	-0,0048	0,0172	-0,28	0,78
LnSUP_LnFOT	0,0047	0,0069	0,69	0,491	0,0181	0,0136	1,34	0,182
LnSUP_LnMOT	-0,0151	0,0349	-0,43	0,665	-0,0107	0,0584	-0,18	0,855
LnSUP_LnCAP	0,0098	0,0060	1,64	0,102	0,0166	0,0194	0,85	0,393
LnSEM_LnHer	0,0240	0,0401	0,6	0,55	-0,0555**	0,0276	-2,01	0,044
LnSEM_LnIns	0,1054**	0,0503	2,1	0,036	0,0009	0,0415	0,02	0,982
LnSEM_LnEng	-0,0131	0,0097	-1,35	0,178	-0,0101	0,0100	-1,01	0,314
LnSEM_LnFOT	0,0000	0,0060	-0,01	0,996	-0,0126	0,0085	-1,48	0,14
LnSEM_LnMOT	-0,0016	0,0244	-0,07	0,948	0,1107***	0,0359	3,08	0,002
LnSEM_LnCAP	0,0074	0,0051	1,45	0,147	-0,0011	0,0141	-0,08	0,939
LnHer_LnIns	-0,0456	0,0583	-0,78	0,434	-0,0361	0,0373	-0,97	0,333
LnHer_LnEng	-0,0262	0,0180	-1,45	0,146	0,0021	0,0115	0,18	0,856
LnHer_LnFOT	0,0224*	0,0130	1,72	0,086	-0,0137	0,0092	-1,49	0,135
LnHer_LnMOT	0,0434	0,0417	1,04	0,298	-0,0442	0,0416	-1,06	0,288
LnHer_LnCAP	0,0037	0,0123	0,3	0,762	0,0028	0,0191	0,15	0,882
LnIns_LnEng	0,0274	0,0233	1,18	0,239	-0,0086	0,0193	-0,44	0,657
LnIns_LnFOT	-0,0369***	0,0141	-2,61	0,009	-0,0002	0,0190	-0,01	0,99
LnIns_LnMOT	-0,0156	0,0551	-0,28	0,777	0,1180**	0,0581	2,03	0,042
LnIns_LnCAP	-0,0072	0,0128	-0,56	0,575	-0,0258	0,0302	-0,85	0,393
LnEng_LnFOT	-0,0081***	0,0022	-3,7	0,000	0,0047	0,0030	1,58	0,114
LnEng_LnMOT	-0,0178**	0,0099	-1,8	0,073	0,0045	0,0128	0,35	0,724
LnEng_LnCAP	-0,0044**	0,0019	-2,32	0,02	-0,0006	0,0048	-0,12	0,905
LnFOT_LnMOT	-0,0039	0,0059	-0,66	0,51	0,0119	0,0107	1,11	0,267
LnFOT_LnCAP	0,0064***	0,0011	5,9	0,000	0,0000	0,0029	0	0,997
LnMOT_LnCAP	-0,0032	0,0047	-0,67	0,504	0,0073	0,0128	0,57	0,57
Cons	5,9169***	0,2446	24,19	0,000	6,8162***	0,5068	13,45	0,000
$\sigma_u^2$	1,4921***				1,2510**			

$\sigma_v^2$	0,0755***	0,1372***
$\sigma^2$	1,5676***	1,3883**
$\gamma$	0,9519***	0,9012***
Log vraisemblance de	-2973,2322	-735,7032
LR test (Wald Chi 2)	10178,26***	1788,87***
N	3304	989

\*\*\* : Valeur significative à 1 % ; \*\* Valeur significative à 5 % ; \* Valeur significative à 10%

### 3.3. Mesure des élasticités

Le tableau 5 ci-dessous présente les élasticités des intrants et extrants.

**Tableau 5 :** Mesure des élasticités chez les femmes et les hommes

Type d'exploitant	LEG	OLE	SUP	SEM	Herb	Ins	Eng	FOT	MOT	CAP	Elasticité d'échelle
<b>Femmes</b>	-0,141	-0,191	0,930	-0,243	0,187	-0,002	0,054	0,042	0,097	0,040	<b>1,104</b>
<b>Hommes</b>	-0,058	-0,373	0,234	-0,038	0,026	0,018	0,047	0,052	0,008	0,037	<b>0,383</b>

L'examen du tableau 5 indique qu'une augmentation de la superficie de 1% entraîne un accroissement de la production de céréales de 0,930% chez les femmes et 0,234% chez les hommes. La production de céréales décroît de 0,243% pour les femmes et de 0,038% pour les hommes lorsque la quantité de semences accroît de 1% ceteris paribus. L'accroissement de la quantité d'engrais de 1% entraîne une augmentation de la quantité de céréales de 0,054% chez les femmes. Chez les hommes, l'augmentation respective de 1% de la quantité d'herbicide et de la quantité de fumure organique entraîne un accroissement de la production de céréales de 0,026% et de 0,052%. En outre, la production de céréales croît de 0,097% pour les femmes et de 0,008% pour les hommes suite à une augmentation de 1% de la quantité de main d'œuvre ceteris paribus. Enfin, l'augmentation du capital de production de 1% entraîne une augmentation de la production de céréales de 0,040% chez les femmes. Quant à l'élasticité d'échelle, chez les femmes, une augmentation de tous les facteurs de production de 1% induit une augmentation de la production de céréales de 1,104%. Ce qui implique que les rendements d'échelle sont croissants. Par contre, les hommes travaillent sous des rendements d'échelle décroissants car une augmentation de l'ensemble des intrants de 1% entraîne une augmentation de la production de 0,383%.

### 3.4. Mesure des scores d'efficacité technique

Les scores sont présentés dans le tableau 6. Chez toutes les catégories de producteurs, ces scores sont inférieurs à 100% indiquant que les exploitants agricoles concernés sont techniquement inefficaces. Le score moyen d'efficacité est de 55,43% pour les femmes et 68,04% pour les hommes. Chez les femmes, l'indice d'efficacité des non-adoptantes est estimé à 49,16% contre 54,40%, 54,64%, 58,79% et 60,01% respectivement pour les adoptantes d'une, de deux, de trois et de quatre BPACC. Chez les hommes, le score décroît avec le nombre de BPACC.

**Tableau 6 :** Scores d'efficacité technique des femmes et des hommes

Variables	Femmes			Hommes		
	Observation	Coefficients	Ecart type	Observation	Coefficients	Ecart type
Tout échantillon	3304	0,5543	0,2191	989	0,6804	0,1509
Aucun	380	0,4916	0,1866	38	0,6242	0,1600
Une BPACC	725	0,544	0,2365	134	0,7399	0,1105
Deux BPACC	1083	0,5464	0,2193	288	0,7142	0,1249
Trois BPACC	915	0,5879	0,2077	389	0,6572	0,1585
Quatre BPACC	201	0,6001	0,2268	140	0,6339	0,1752

### 3.5. Déterminants du niveau d'inefficacité technique

Les facteurs explicatifs de l'inefficacité technique sont consignés dans le tableau 7.

**Tableau 7 :** Déterminants de l'inefficacité technique des femmes et des hommes



Variables	Variable dépendante= indice d'inefficacité technique							
	Femmes				Hommes			
	Coefficient	Ecart types	Z	P>z	Coefficients	Ecart-types	P	P>z
Actif	-	-	-	-	-0,0314*	0,0185	-1,7	0,09
Exp	-0,0151***	0,0031	-4,79	0,000	0,0070	0,0057	1,23	0,219
Credit	0,0780	0,0626	1,25	0,213	0,3874**	0,1767	2,19	0,028
Activ	0,0505	0,0556	0,91	0,364	-0,3119**	0,1397	-2,23	0,026
Equi	-	-	-	-	0,6018**	0,2738	2,2	0,028
Visit	-0,0145	0,0121	-1,2	0,232	0,0242	0,0249	0,97	0,331
Forma	0,3629***	0,0832	4,36	0,000	0,3002	0,1853	1,62	0,105
Prum	0,1413*	0,0730	1,94	0,053	0,0368	0,2534	0,15	0,885
Rum	-0,8962***	0,0643	-13,93	0,000	-1,0288***	0,1632	-6,31	0,000
Intrant_temps	-0,0517	0,0660	-0,78	0,433	-0,4416**	0,1727	-2,56	0,011
Sol	-0,0440	0,0553	-0,8	0,427	-0,2203	0,1404	-1,57	0,117
BPACC								
Une technique	-0,0258	0,1068	0,24	0,809	-1,5181***	0,4286	-3,54	0,000
Deux techniques	-0,0288	0,1097	-0,26	0,793	-1,1719***	0,3913	-2,99	0,003
Trois techniques	-0,2445**	0,1177	-2,08	0,038	-0,4879	0,3778	-1,29	0,197
Quatre techniques	-0,3119**	0,1575	-1,98	0,048	-0,4680	0,4147	-1,13	0,259
Constante	0,4002***	0,1396	2,87	0,004	0,2240	0,4833	0,46	0,643

\*  $p < 0,10$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*\*\*  $p < 0,01$

Chez les femmes, les coefficients des modalités trois et quatre BPACC sont négatifs et significatifs à 5%. Ainsi, l'adoption de trois et de quatre BPACC influence positivement l'efficacité technique des femmes. En plus des BPACC, les coefficients des variables Exp et Rum sont significatifs au seuil de 1% et négatifs tandis que ceux des variables Forma et Prum sont significatifs et positifs. Par conséquent, l'expérience agricole et la possession de ruminants améliorent l'efficacité technique des femmes tandis que la formation spécialisée et la possession de petit ruminant la réduisent. Chez les hommes, ce sont les coefficients de l'adoption d'une et de deux BPACC qui sont significatifs au seuil de 1% et négatifs. De ce fait, l'adoption d'une et de deux BPACC améliorent chacune individuellement l'efficacité technique des hommes. Les coefficients des variables Actif, Activ, Rum et Intrant-temps sont aussi significatifs et négatifs. Ainsi, ces variables influencent positivement l'efficacité technique. Les coefficients des variables Credit et Equi sont significatif à 5% et positifs. Ainsi, ces variables ont un effet négatif sur l'efficacité.

#### 4. Discussion des résultats

Il ressort de l'analyse des résultats que les femmes et les hommes sont techniquement inefficaces. Ce résultat confirme ceux de Savadogo et al. (2016), Amoussouhoui et al. (2017), Kpenavoun et al. (2017) et Lawin (2017) qui ont trouvé des scores d'efficacité technique allant de 46% à 89% selon les pays d'Afrique. Cette inefficacité pourrait être attribuée au non-respect du calendrier cultural et/ou à la non maîtrise des technologies de production. Toutefois, l'adoption des BPACC contribue à améliorer les niveaux d'efficacité ; cet effet des BPACC semble cependant dépendre de la modalité si l'on se réfère aux résultats du modèle d'inefficacité technique. En effet, chez les femmes, ce sont l'adoption de trois et de quatre BPACC qui améliorent leur niveau d'efficacité technique.

Ce qui implique que l'efficacité des femmes augmente lorsqu'elles combinent plus de BPACC. Ce résultat corrobore ceux de Traoré et al. (2018) sur l'effet considérable de l'association des techniques de CES à la FO, aux engrais minéraux dans les systèmes de culture utilisant les semences de variétés améliorées sur les rendements agricoles. En effet, les techniques de CES améliorent l'humidité et renforcent la fertilité du sol. Associées aux fertilisants, elles améliorent d'avantage la productivité agricole. Néanmoins, l'effet de l'adoption de trois et de quatre BPACC n'est pas significatif sur l'efficacité technique des hommes. C'est plutôt l'adoption d'une ou de deux qui améliore l'efficacité technique des hommes. Cette contradiction pourrait être liée au non-respect des recommandations de la recherche sur la mise en œuvre de ces modalités de BPACC par les hommes. En effet, la quasi-totalité des hommes de l'échantillon sont des chefs de ménage. De ce fait, pour des raisons de minimisation des risques afin de couvrir les besoins alimentaires du ménage, ils diversifieraient les cultures dont la gestion n'est pas facile.

En plus des BPACC, l'efficacité technique des exploitants est déterminée par des variables socio-économiques et institutionnelles. En effet, plus la femme dure dans la production agricole, plus elle maîtrise les techniques de mise en œuvre des opérations culturales. Ce résultat corrobore ceux de Savadogo et *al.* (2016) au Burkina Faso et Amoussouhoui et *al.* (2017) au Bénin. Quant à la possession de ruminants, son effet est positif sur l'efficacité technique des femmes et des hommes. En effet, les ruminants sont utilisés dans le travail du sol et leurs déjections surtout celles des bœufs sont utilisées comme fertilisants organiques dans les champs. Cette explication est soutenue par l'influence positive de la disponibilité des intrants à temps sur l'efficacité technique des hommes. La disponibilité des intrants à temps permet leur utilisation selon les dates recommandées par la recherche. En outre, le nombre d'actifs accroît l'efficacité technique des hommes. Ce résultat va à l'encontre de celui de Combarry et Savadogo (2014) au Burkina Faso. Cette contradiction pourrait être liée à la nature de la spéculation considérée et à la zone d'étude. En effet, leur étude porte sur le coton qui est cultivé dans une zone à forte potentialité agricole. De ce fait, moins d'effort physique est demandée pour la réalisation des opérations. Par contre, sur les sites de notre étude où des techniques de CES sont réalisées, la main-d'œuvre devient très utile à l'accroissement de la production. La réalisation d'une activité secondaire influence également positivement le niveau d'efficacité technique des hommes. Ceci est en conformité avec les travaux de Ndiaye (2018) à Maurice. L'accès à une formation spécialisée réduit l'efficacité technique des femmes. En effet, les femmes étant dépourvues du droit de propriété de la terre par les coutumes, celles ayant suivi les formations spécialisées seraient plus disposées à investir dans ces activités que dans l'agriculture. Quant à l'accès au crédit, il réduit l'aptitude des hommes à atteindre le maximum de production. Ceci va à l'encontre des travaux de Combarry et *al.* (2014) et de Savadogo et *al.* (2016). Cette contradiction pourrait s'expliquer par le détournement du crédit contracté vers d'autres objectifs. Quant au niveau d'équipement, il influence négativement l'efficacité technique des hommes. Ce résultat apparaît un peu paradoxal et il va à l'encontre des conclusions d'Abdulai et *al.* (2013) au Ghana et de Diamoutene et *al.* (2018) au Mali. Mais, il pourrait être justifié par la nature des opérations culturales sur les sites de l'étude. En effet, à la place du labour, la majorité des hommes réalisent des techniques de CES qui sont jusqu'à présent essentiellement manuelle.

## 5. Conclusion

Nous pouvons affirmer que les femmes et les hommes membres des OP fonctionnelles des provinces du Passoré et du Zondoma sont techniquement inefficaces. Le score moyen d'efficacité est de 55% pour les femmes et de 68% pour les hommes impliquant que ces exploitants peuvent encore augmenter leur production de céréales de 32 à 45% en faisant une meilleure allocation des ressources dont-ils disposent actuellement. Les femmes produisent sous des rendements d'échelle croissant alors que les hommes travaillent sous des rendements d'échelle décroissant. L'effet des BPACC sur l'efficacité technique des producteurs et productrices dépend de la modalité de la pratique et du type d'exploitant. Pendant que l'adoption de trois et de quatre BPACC améliore l'efficacité technique des femmes, l'adoption d'une et de deux BPACC accroît celle des hommes. En plus des BPACC, l'expérience dans la production agricole, la possession de ruminant, la participation à une formation spécialisée et la possession de petit ruminant déterminent l'efficacité technique des femmes. Chez les hommes, en plus des BPACC, le nombre d'actif, la réalisation d'activité secondaire, la possession de ruminant, la disponibilité des intrants à temps, l'accès au crédit et le niveau d'équipement déterminent l'efficacité technique.

Les résultats de notre travail impliquent une promotion à grande échelle des BPACC afin d'accroître la production de céréales des producteurs et productrices membres des OP fonctionnelles du Passoré et du Zondoma. Cette promotion doit être accompagnée par le renforcement des capacités économiques et institutionnelles.

Par ailleurs, les actions de renforcement des capacités techniques en termes de mise en œuvre des BPACC et de promotion des avantages associés doivent se poursuivre afin d'inciter les exploitants à mettre en œuvre et à respecter les recommandations techniques.

## 6. Références bibliographiques

- Abdulai, S., Nkegbe, PK&Donkoh, SA (2013). Technical efficiency of maize production in Northern Ghana. *African Journal of Agricultural Research*, 8(43),5251-5259.
- Aminou, FAA (2018). Efficacité Technique des Petits Producteurs du Maïs au Bénin *European Scientific Journal*, 14 (19), 109-134.
- Amoussouhoui, R., Arouna, A&Diagne, A (2017). Analyse de l'efficacité économique des producteurs des semences du riz face à la problématique de la sécurité alimentaire : Cas du Bénin. 17p

- Bambara, D., Bilgo, A., Traoré, H., Lompo, F., Thiombiano, A & Hien, V (2012). Evaluation des effets des aménagements du zaï et des diguettes de longue durée sur la productivité céréalière au nord du Burkina Faso. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 71, 13-25.
- Battese, GE & Corra, GS (1977). "Estimation of a Production Function Model with Applied to the Pastoral Zone of Eastern Australia." *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169-179.
- Belemviré, A., Maiga, A., Sawadogo, H., Savadogo, M & Ouedraogo, S (2008). Evaluation des impacts biophysiques et socioéconomique des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au Nord du Plateau Central. *Rapport de Synthèse, Burkina Faso*, 94p.
- Coelli, TJ., Rao, DSP., O'Donnell, CJ & Battese, GE (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. (Second ed.), New York: Springer.
- Combary, OS & Savadogo, K (2014). Les sources de croissance de la productivité globale des facteurs dans les exploitations cotonnières du Burkina Faso. *Revue d'économie du développement*, 22, 61-82.
- Cueva, S & Heyer, E (1997). Fonction de production et degrés d'utilisation du capital et du travail : une analyse économétrique. *Economie & prévision*, 131, 93-111.
- Diamoutene, AK., Diakite, L & Coulibaly, A (2018). Seed Production and Technical Efficiency of Sorghum Farmers in Mali. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 7(1), 66-75.
- Farrell, MJ (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Ganou, I (2005). *Monographie du Zondoma. Burkina Faso*. 85 p.
- Kpenavoun, CS., Gandonou, E., Adegbedi, A & Abokini, E (2017). Mesure et déterminants de l'efficacité technique des pisciculteurs du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(5), 2194-2208.
- Lawin, KG (2017). *Droits de propriété foncière, aversion au risque et performance des petits producteurs agricoles*. Thèse de doctorat, Université Laval, Canada. 187p.
- Lovell, CAK., Richardson, S., Travers, P & Wood, LL (1994). Resources and Functioning's: A New View of Inequality in Australia. In W. Eichhorn (Eds.), *Models and Measurement of Welfare and Inequality* (pp. 787-807). Berlin : Springer-Verlag.
- MPF (2012). *Document de la politique nationale du genre du Burkina Faso*. 56p.
- Ndiaye, M (2018). Analyse de l'efficacité technique des exploitations agricoles familiales à Maurice. *European Scientific Journal*, 14 (9), 143-160.
- Ouedraogo, S (2015). Technical and economic efficiency of rice production in the Kou Valley (Burkina Faso): stochastic frontier approach. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 5(2), 53-63.
- Savadogo, K., Combary, OS & Akouwerabou, DB (2016). Impacts des services sociaux sur la productivité agricole au Burkina Faso : approche par la fonction distance output. *Mondes en Développement*, 44 (174), 153-167.
- Shephard, RW (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press, Princeton, NY.
- Tiama, D., Kaboré, B., Nanema, KR., Dabiré, M & Savadogo, N (2018). Systèmes de culture et caractérisation paysanne des ignames du Passoré au Burkina Faso. *ResearchGate*, 38, 201-211.
- Traoré, A., Ouattara, B., Sigué, H., Lompo, F & Bationo, A (2018) Economic Efficiency of Sorghum Microfertilizing in Smallholder Farms in the North-Sudanian Zone of Burkina Faso. In A Bationo, D Ngaradoum, S Youl, F Lompo & JO Fening (Eds.), *Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems* (pp. 275-286).
- Yabi, AJ., Traoré, A & Ayedegue, DP (2017). Impact of Water Collection and Management techniques (CGE) combined to microdose and to warrantage system on cowpea productivity in North and East Center of Burkina Faso. *International Journal of Scientific Research and Reviews*, 6 (1), 1-15.