

Efficacité technique dans la production du sorgho au Burkina Faso

Technical efficiency in sorghum production in Burkina Faso.

Auteur 1 : OUEDRAOGO Baowendsom Irène.

Auteur 2 : BOUGMA Salamata.

Auteur 3 : SAWADOGO/COMPAORE Eveline.

OUEDRAOGO Baowendsom Irène, Chercheur en Economie, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso

BOUGMA Salamata, PhD du Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire (PTCI), Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

SAWADOGO/COMPAORE Eveline, Chercheur en Sociologie du développement, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : OUEDRAOGO B. I. BOUGMA S. & SAWADOGO/COMPAORE E. (2024). « Efficacité technique dans la production du sorgho au Burkina Faso », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 27 » pp: 1308 – 1326.

Date de soumission : Novembre 2024

Date de publication : Décembre 2024



DOI : 10.5281/zenodo.14678706
Copyright © 2024 – ASJ



Résumé

Le sorgho est la principale céréale qui contribue fortement à l'alimentation humaine et animale au Burkina Faso. Cependant, sa productivité reste faible malgré les efforts consentis par les politiques agricoles en termes de technologies. Pour contribuer à la disponibilité d'informations sur les raisons de ce niveau de productivité, la présente recherche analyse l'efficacité technique dans la production du sorgho. Elle estime le niveau d'efficacité des producteurs de sorgho et identifie les déterminants de l'inefficacité technique des producteurs de sorgho au Burkina Faso. A cet effet, l'approche paramétrique stochastique de la frontière de production de la forme translog a été utilisée pour l'analyse, à partir des données du Programme Nationale de Gestion des Terroirs. Les résultats montrent que les producteurs de sorgho sont techniquement efficaces à 52,16% et seules la superficie et la fumure organique affectent le niveau de production du sorgho avec des effets respectivement positifs. Ces résultats indiquent une situation d'inefficacité technique assez importante dans la production du sorgho au Burkina Faso. Cette inefficacité technique est expliquée par des facteurs socioéconomiques et elle est réduite par, le fait d'être de sexe masculin, le caractère individuel de la parcelle, la présence de marché dans la localité, la pratique d'activités non agricoles, l'accès à la vulgarisation agricole et la pratique des techniques de conservations des eaux et des sols. L'inefficacité technique augmente avec l'âge des producteurs, avec un effet de seuil. Les politiques agricoles devraient privilégier des mesures d'amélioration de l'efficacité technique des producteurs de sorgho afin d'améliorer la productivité du sorgho pour une réduction des risques d'insécurité alimentaire.

Mots clés : Efficacité technique, Sorgho, Burkina Faso

Abstract

Sorghum is the main cereal that significantly contributes to human and animal nutrition in Burkina Faso. However, its productivity remains low despite the efforts made by agricultural policies in terms of technologies. To contribute to providing information on the reasons for this productivity level, this research analyzes the technical efficiency in sorghum production. It estimates the level of efficiency of sorghum producers and identifies the determinants of technical inefficiency among sorghum producers in Burkina Faso. For this purpose, the stochastic parametric approach of the translog production frontier was used for the analysis, based on data from the national land management program. The results show that Burkinabe sorghum producers are technically efficient at 52.16%, with only the land area and organic fertilization affecting the level of sorghum production with positive effects, respectively. These results indicate a significant level of technical inefficiency in sorghum production in Burkina Faso. This technical inefficiency is explained by socio-economic factors and is reduced by being male, the individual nature of the plot, the presence of markets in the locality, engaging in non-agricultural activities, access to agricultural extension services, and practicing water and soil conservation techniques. Technical inefficiency increases with the age of producers, with a threshold effect. Agricultural policies should prioritize measures to improve the technical efficiency of sorghum producers to enhance sorghum productivity for a reduction in food insecurity risks.

Keywords: Technical efficiency, Sorghum, Burkina Faso

Introduction

L'agriculture est un pilier essentiel du développement socio-économique dans de nombreux pays en développement, comme le Burkina Faso. Dans ce pays, le secteur agricole emploie plus de 82 % de la population active et contribue à environ 35 % du PIB. Les cultures principales sont les céréales telles que le maïs, le riz, le sorgho et le mil, qui représentent environ 57 % de la disponibilité énergétique des ménages (MAAH, 2020). Par conséquent, l'amélioration des rendements agricoles des céréales reste l'un des principaux défis des politiques agricoles au Burkina Faso.

Au cours des dernières décennies, des investissements ont été réalisés dans le secteur agricole, notamment à travers le développement et la diffusion de semences améliorées, des subventions aux intrants et aux équipements agricoles, visant à augmenter les niveaux de production céréalière. Cependant, malgré ces mesures, les rendements agricoles demeurent faibles, compromettant ainsi la sécurité alimentaire (Zahonogo, 2016 ; Coulibaly et Savadogo, 2019). Les faibles rendements pourraient résulter de divers facteurs tels que les aléas climatiques, le faible taux d'adoption des technologies agricoles, mais surtout des problèmes d'inefficacités Ouedraogo et al. (2019).

Farrell (1957) définit l'efficacité comme la capacité d'un producteur à maximiser la production en utilisant au mieux les ressources disponibles. Par conséquent, améliorer l'efficacité technique des producteurs de céréales est crucial pour renforcer la sécurité alimentaire de la population. Il est donc essentiel d'identifier les facteurs qui influent sur l'efficacité technique des producteurs afin de formuler des politiques agricoles efficaces pour améliorer la productivité agricole et garantir la sécurité alimentaire. Des céréales produites au Burkina Faso, la présente recherche se focalise sur le sorgho.

En raison des effets néfastes du changement climatique entraînant la dégradation des sols et des variations des précipitations, le sorgho occupe une place prépondérante parmi les céréales cultivées au Burkina Faso, couvrant plus d'un million et demi d'hectares. Aux côtés du mil, il constitue la pierre angulaire de l'alimentation des communautés rurales en termes de superficie cultivée et de volume de production (CIRAD, 2020). Le sorgho est également utilisé pour la fabrication de boissons alcoolisées telles que la bière locale appelée « le dolo », ainsi que dans la production de bière industrielle. Malgré son importance pour l'économie du pays, les niveaux de productivité demeurent relativement faibles, probablement en raison de la faible adoption des technologies agricoles et de l'éventuelle inefficacité des producteurs. Entre 2012 et 2021, le rendement le plus élevé atteint a été d'environ 1,1 tonne par hectare, malgré la mise en place de programmes de sélection variétale. Selon les données du ministère de l'agriculture, la plus forte

baisse annuelle de la production totale lors de la campagne 2023-2024 par rapport à la campagne précédente (22,25%) et sur cinq ans (6,87%) a été enregistrée pour le sorgho rouge (DGESS, 2024).

L'efficacité technique dans la culture céréalière a fait l'objet de plusieurs études au Burkina Faso. Par exemple, Wouterse (2010) a démontré que la migration intercontinentale et le niveau d'éducation augmentent tous deux l'efficacité de la production céréalière. Combarry (2016) a estimé que le niveau d'inefficacité allocative des agriculteurs burkinabè s'élève à 35,8 %. Des travaux de recherche tels que ceux de Savadogo et al. (2016) ont montré que les caractéristiques individuelles des producteurs et les services de soutien à la production agricole ont un effet positif significatif sur l'efficacité technique. D'autres auteurs, tels que Kaboré (2007), Ouédraogo (2015), Ouédraogo et al., (2019), et Seogo et Sawadogo (2020), se sont penchés sur l'efficacité technique dans d'autres cultures telles que le riz, le maïs et le mil. Leurs résultats montrent généralement que les producteurs de diverses céréales opèrent en deçà de la frontière de l'efficacité. Néanmoins, peu d'auteurs se sont concentrés sur le sorgho. Cette étude vise à combler cette lacune en apportant une contribution à la littérature sur l'efficacité technique au Burkina Faso, où le sorgho joue un rôle essentiel dans la chaîne alimentaire humaine et animale. Ainsi, elle cherche à répondre à la question suivante : quel est le niveau d'efficacité technique des producteurs de sorgho au Burkina Faso ?

L'objectif général de cette recherche est d'analyser l'efficacité technique des producteurs de sorgho en milieu rural burkinabè. Plus spécifiquement, elle vise à évaluer le niveau d'efficacité des producteurs de sorgho et à identifier les facteurs qui influent sur leur efficacité dans le contexte agricole du Burkina Faso.

La suite de la recherche est structurée en plusieurs parties, comprenant le cadre théorique, la méthodologie, les résultats d'estimation et la conclusion avec des implications politiques et économiques.

1. Cadre théorique

Notre recherche s'appuie sur les fondements micro économiques de la théorie du producteur. Selon la théorie microéconomique, le problème du producteur est de maximiser son profit ou sa production sous contrainte du coût des facteurs de production ou quantités de facteurs de production dont il dispose. Ainsi, selon la microéconomie classique, la mesure de l'efficacité n'a pas sa raison d'être car sous l'hypothèse de rationalité des agents économiques, le producteur produit toujours à son niveau optimal avec les inputs disponible (Ouattara 2012). Cependant, les différences constatées avec les faits réels ont conduit les chercheurs à partir des années 50, à se pencher sur la mesure de l'efficacité et les facteurs déterminants l'efficacité ou

l'inefficacité des producteurs dont Koopmans (1951) et Debreu (1951) qui en sont les précurseurs. L'efficacité technique est la mesure de la manière dont une exploitation combine les quantités d'inputs qui entrent dans le processus de production étant donnés les proportions des facteurs (Farell, 1957). Ainsi, la détermination de la frontière de production constitue une étape préalable à toute mesure de l'efficacité technique d'une activité économique. En effet, cette frontière représente des points indiquant la quantité maximale de produits qui peut être obtenu pour un volume donné d'intrants. Ainsi, la frontière de production est obtenue par l'ensemble des points décrivant les décisions optimales (production-intrants) des producteurs de sorgho. Dans notre recherche, la frontière paramétrique stochastique est utilisée afin mieux scinder les inefficacités qui incombent directement aux producteurs de sorgho et celles expliquées par des facteurs exogènes (climat, pluviométrie, ravageurs...) ou des erreurs de mesures statistiques. Tchale and Sauer (2007) estiment que la frontière stochastique est appropriée pour la mesure de l'efficacité dans le secteur de l'agriculture étant donné qu'il est largement influencé par des chocs exogènes.

La forme structurelle ou le modèle de base de la frontière de production stochastique proposée par Battese et Coelli (1995) est représentée par la forme suivante :

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

Avec $\varepsilon_i = v_i - u_i$ et $i = 1, 2, \dots, n$ et y_i , l'output du i-ème producteur

$f(.)$: la frontière de production

x_i : un $(1 \times K)$ vecteur des inputs et β un $(K \times 1)$ vecteur des paramètres.

ε_i : le terme d'erreur qui est décomposé en :

v_i une erreur aléatoire qui rend compte des erreurs de mesure et d'autres qui ne sont pas sous le contrôle du producteur et suit une distribution normale tronquée $N(0, \sigma_v^2)$.

u_i : un terme d'erreur aléatoire non-négatif asymétrique qui mesure l'inefficacité technique et suit une loi normale de paramètres $N(\mu, \sigma_u^2)$.

v_i et u_i sont indépendants entre eux et indépendants des variables explicatives. Ainsi on a :

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \quad (2) \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \quad (2) \quad \text{avec } \gamma \in [0; 1]$$

Battese et Corra (1977) définissent σ^2 et γ comme la contribution de l'efficacité technique à la production. σ^2 étant la somme de la variance du terme représentant l'inefficacité et celle du terme aléatoire et γ mesure la part du terme d'inefficacité dans la variance totale. Ces paramètres sont estimés par la méthode du Maximum de Vraisemblance. $\gamma = 0$, signifie qu'il y a absence d'inefficacité technique stochastique.

On obtient le niveau d'efficacité technique du i -ème producteur par le rapport entre la frontière de production effective (y_i) compte tenu des niveaux d'inputs utilisés par ce producteur et la frontière de production maximale (y_i^*). L'efficacité technique (ET) du producteur peut être mesurée par :

$$ET_i = \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{f(x_i; \beta) \exp(v_i - u_i)}{f(x_i; \beta) \exp(u_i)} = \exp(-u_i) \quad \text{pour } 0 \leq ET \leq 1 \quad (3)$$

En d'autres termes, l'indice d'efficacité technique du producteur i peut être calculé en estimant la moyenne conditionnelle de u_i étant donné ε_i . Selon Kumbhakar et Lovell (2000), on a :

$$ET_i = E[\exp(-u_i) | \varepsilon_i] = \left[\frac{1 - \Phi(\sigma_i^* - (\mu_i^* / \sigma_i^*))}{1 - \Phi(-(\mu_i^* / \sigma_i^*))} \right] \exp\left(-\mu_i^* + \frac{1}{2} \sigma_i^{*2}\right) \quad (4)$$

$$\text{Où } \mu_i^* = \frac{\mu \sigma_v^2 - u_i \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \quad (6) \quad \sigma_i^{*2} = \frac{\sigma_v^2 \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \quad (5)$$

$\Phi(\cdot)$, représentant la fonction de distribution cumulative

L'inefficacité technique est estimée par : $1 - E[\exp(-u_i) | \varepsilon_i]$ (6)

2. Méthodologie

2.1. Modèle empirique et méthode d'estimation

La littérature montre que deux grands modèles sont plus utilisés en matière d'estimation de l'efficacité technique dans le cas de la frontière stochastique de la fonction de production (Coelli, 1996). Ces modèles se spécifient avec leurs formes fonctionnelles qui sont de type Cobb Douglas ou Translog. La forme Translog développée par Greene (1980) n'impose pas de restriction sur les rendements d'échelle ou de possibilité de substitution. En revanche, elle est confrontée à des problèmes de multi colinéarité, de degré de liberté rendant de ce fait complexe l'estimation des paramètres. La forme Cobb-Douglas est la plus utilisée dans les études empiriques du fait de sa relative facilité d'estimation des paramètres. En effet, la transformation logarithmique conduit à un modèle log-linéaire qui se prête facilement à l'interprétation économique. Cette forme suppose un certain nombre de restrictions que sont la constance de la valeur des rendements d'échelles pour toutes les observations et la valeur correspondant à l'unité (1) des élasticités de substitution.

La forme fonctionnelle de notre modèle sera sélectionnée après un test spécifique. Un test diagnostique basé sur la forme Translog permettra d'identifier la forme appropriée. Cette méthode pertinente évite l'utilisation d'une forme inadaptée aux données disponibles, garantissant des résultats plus fiables.

Ainsi la frontière de production stochastique de type translog des producteurs de sorgho se présente comme suit :

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k \ln x_{ki} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m \beta_{kl} \ln x_{ki} \ln x_{li} + v_i - u_i \quad (7)$$

Où y_i est la production en kilogrammes (kg) du producteur i , $i = 1, 2, \dots, n$

$k, l = \text{inputs}, 1, \dots, m$

x_{ki} : représente les facteurs de production d'indice k utilisés par le producteur i et qui sont :

x_{1i} : quantité d'engrais (Urée et NPK) en kilogrammes (kg) utilisé par le producteur i

x_{2i} : la terre représentée par la superficie emblavée en hectares (ha) par le producteur i

x_{3i} : la quantité d'intrants de semences en kilogrammes (kg) utilisée par le producteur i

x_{4i} : le travail mesuré par la main d'œuvre en nombre d'homme jour par le producteur i

x_{5i} : quantité de fumure organique en nombre de charrettes de fumure utilisée par le producteur i

i Spécification du modèle des déterminants de l'inefficacité

Les déterminants de l'inefficacité des producteurs de sorgho sont obtenus en régressant les scores d'inefficacité technique. On a ainsi :

$$u_i = \delta_0 + \sum_{r=1}^S \delta_r z_{ri} + w_i \quad (8)$$

Avec z_{ri} les variables susceptibles d'influencer le niveau d'inefficacité des producteurs qui sont :

Z_{1i} : représente l'âge du producteur i (variable continue);

Z_{2i} : représente l'âge carré du producteur i (variable continue);

Z_{3i} : le sexe du producteur i (1=Féminin ; 0=Masculin)

Z_{4i} : Education du producteur i (1=instruit ; 0= non instruit)

Z_{4i} : représente l'accès au crédit du producteur i (variable muette); 1 si oui 0 si non

Z_{5i} : régime foncier du producteur i (1 si propriétaire; 0 si non)

Z_{6i} : statut de la parcelle du producteur i (1 si collectif ; 0 si individuel)

Z_{7i} : représente l'accès à l'encadrement technique du producteur i (variable muette); 1 si oui 0 si non

Z_{8i} : distance habitat parcelle (variable continue)

Z_{9i} : Existence de marché dans la localité du producteur i (1 si oui 0 si non)

Z_{10i} : pratiques d'activités non agricoles du producteur i (variable muette); 1 si oui 0 si non

Z_{11i} : pratique des techniques de conservation des eaux et des sols par le producteur i (variable muette) 1 si oui 0 si non

Deux grandes approches sont utilisées pour l'estimation de l'efficacité. Il s'agit de l'estimation en deux étapes et de l'estimation en étape. La méthode en deux étapes qui est utilisée par bon nombres d'auteurs suppose une détermination préalable des scores d'inefficacité puis une régression de ces scores contre les facteurs pressentis comme déterminants. D'autres auteurs soutiennent qu'elle peut omettre des variables qui ont pourtant un impact sur l'efficacité technique et qui peuvent être révélées par la méthode en une étape. En effet, l'estimation en une étape par la méthode du maximum de vraisemblance proposée par Batese et Coelli (1995) admet que les variables socioéconomiques peuvent influencer directement l'efficacité des producteurs et est celle utilisée dans la présente recherche. L'estimation des paramètres de la frontière de production se fera après avoir tester la spécification du modèle afin de retenir la forme fonctionnelle (Cobb-Douglas ou Translog) adéquate.

Formulation des hypothèses à tester

Un ensemble de quatre tests d'hypothèses est réalisé pour tester la significativité statistique de nos résultats. Toutefois, deux tests hypothèses ont été préalablement effectués : l'un pour le choix de la forme fonctionnelle de la frontière et l'autre pour la vérification de l'existence ou non d'inefficacité dans le modèle. Puis, ont suivi les trois autres en cas de présence d'inefficacité. Ainsi ces quatre tests se formulent comme suit :

- (1) le test de spécification du modèle. A partir de la forme fonctionnelle translog de la frontière de production on test l'existence ou non d'effets des variables du second ordre. Ce test s'écrit : $H_{01} : \beta_{ij} = 0$ qui signifie que les effets des variables su citées sont nuls et par conséquent la forme Cobb-douglas serait adéquate, l'hypothèse alternative impliquant une adéquation de la forme translog.
- (2) Le test d'absence d'inefficacité stochastique $H_{02} : \gamma = 0$
- (3) le test d'absence d'inefficacité qui s'écrit : $H_{03} : \gamma = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{11} = 0$ signifie qu'il n'y a ni inefficacité dû aux chocs exogènes aléatoires ni celle du producteur. En d'autres termes, H_0 non rejetée implique une situation d'efficacité totale et le producteur serait sur sa frontière de production optimale.
- (4) $H_{04} : \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{11} = 0$. Ce test vérifie l'adéquation de la distribution semi-normale pour la représentation des données.

Règle de décision

Selon l'hypothèse à tester, on compare le LR calculée ou le LR (test one-sided error) respectivement aux statistiques de Khi- deux et la tabulée écrite par Kodde et Palm (1986) à 1% au degré de liberté correspondant. En effet, LR est la statistique généralisée du ratio de vraisemblance calculée de la manière suivante :

$$LR = -2 \cdot \ln[L(H_0) / L(H_1)] \quad (9)$$

Où $L(H_0)$ et $L(H_1)$ sont les valeurs respectives de la fonction de vraisemblance sous l'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative. LR est supposée suivre une distribution de Khi-deux dont le nombre de degré de liberté est égal au nombre de restrictions imposé. Le LR (test one-sided) quant à elle est la statistique qui a la particularité d'avoir une distribution khi-deux mixte (Coelli, 1996). Ainsi, si la valeur LR calculée est supérieure à la statistique lue au seuil de 5% à n degré de liberté (nombre de restrictions) alors on rejette l'hypothèse nulle pour les tests d'hypothèses H_{01} et H_{04} . Les hypothèses nulles H_{02} et H_{03} , qui font intervenir γ , est rejetée lorsque le LR (test one-sided error) est supérieur à la statistique de Wald ¹ au seuil de 1% à n degré de libertés correspondant toujours au nombre de restrictions pour chaque hypothèse.

2.2. Sources des données

Les données utilisées dans la présente recherche proviennent de l'enquête sur les conditions de vie des ménages ruraux de la troisième phase du deuxième Programme National de Gestion des Terroirs (PNGT). Elle a été réalisée par le Laboratoire d'Analyse Quantitative Appliquée au Développement-Sahel (LAQAD-S), courant juillet - août 2017 et couvre les 13 régions du pays. Les données collectées ont porté sur les caractéristiques socioéconomiques, démographiques et institutionnelles des ménages ruraux au cours des 12 mois précédant le passage de l'enquêteur. Le choix des villages a été réalisé de façon aléatoire et six villages par province ont été retenus, soit au total 270 villages. Par la suite, 8 ménages par village ont été choisis de façon aléatoire et regroupés selon le type de traction utilisée. Pour les besoins de cette recherche, on s'intéresse aux producteurs de sorgho uniquement. Par conséquent, l'échantillon s'est réduit à 1257 producteurs

3. Résultats

Cette partie présente les résultats de l'analyse statistique et les résultats et discussion des estimations économétriques.

3.1. Statistiques descriptives

Les résultats de l'analyse descriptive montrent que la production moyenne par producteur est de 2753 kg. Quant aux facteurs de production, il ressort que chaque producteur utilise en moyenne 60,2 kg d'engrais, 21 kg de semences, 1 ha comme superficie, 142 hommes/jour et 4 charretiers de fumure organique. En ce qui concerne les variables de contrôles, les résultats

¹ Statistique élaborée par Kodde et Palm (1989) et illustrée dans le document « *Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions* »

montrent que les producteurs sont majoritairement des hommes et sont âgés en moyenne de 47 ans. Et, environ, 67 % des producteurs participent aux ANA et 29 % des producteurs ont accès aux crédits agricoles. En revanche, parmi les producteurs, seulement, 13% ont accès aux services de vulgarisation, 14% pratiquent les CES et 17% savent au moins lire et écrire. Ces résultats montrent que les producteurs utilisent des faibles quantités des facteurs de production (engrais, semence, fumure organique) avec des petites surfaces en moyenne. En plus, ces résultats montrent que les problèmes d'accès aux services de vulgarisation et à l'éducation demeurent dans la zone rurale burkinabé. Par conséquent, nous pouvons conclure que les sources d'inefficacité semblent être liées aux caractéristiques des producteurs et de leurs exploitations. Ces résultats seront confirmés ou infirmés par les résultats économétriques.

1. Tableau 1: Statiques descriptive des variables du modèle

Variable	Moyenne/Taux	Standard
Frontier de production		
Production (kg)	2753,1120	4237,9010
Engrais (kg)	60,2038	3,3882
Superficie (ha)	1,0133	0,9527
Semences (kg)	21,2363	38,9879
Main d'œuvre (H/J)	142,7310	143,7211
Fumure organique (Nombre de charettes)	4,0298	7,8034
Facteurs d'inefficacité technique		
Age	47,4152	14,3253
Sexe féminin	0,1583	0,3659
Activités non agricoles (1=Oui)	0,6746	0,4687
Accès au crédit (1=Oui)	0,2975	0,4574
Accès à la vulgarisation (1=Oui)	0,1377	0,34465
Pratique des CES (1=Oui)	0,1487	0,3560
Présence de marché	0,3063	0,4611
Statut de la parcelle (1=collectif)	0,1997	0,3999
Education formel (1 = au moins lire	0,1782	0,3828
Regime foncier (1=propriétaire)	0,8902	0,3127

Source : Auteurs, à partir des données du PGNT-2

3.2. Vérification des tests d'hypothèses

Les résultats du test du choix de la forme fonctionnelle montrent que $LR > X_{0,01}^2(15)$, traduisant que les effets des variables de second ordre sont différents de zéro et par conséquent la forme Translog est plus adéquate que la forme Cobb Douglas. Le test d'absence d'inefficacité

stochastique montre également que $LR > X_{0,01}^2(1)$, ce qui implique que l'hypothèse de la présence d'inefficacité stochastique ne peut être rejetée. Le test d'adéquation de la distribution semi normale montre aussi que $LR > X_{0,01}^2$, traduisant le fait que l'inefficacité est expliquée par des variables exogènes.

2. Tableau 2 : Résultats des tests d'hypothèses

HYPOTHESES	Ratio de vraisemblance (LR)	Statistique de khi-deux	Décision
TEST POUR LE CHOIX DE LA FORME FONCTIONNELLE			
$H_{01}: \beta_{ij} = 0$ La forme Cobb Douglas est adaptée pour le modèle	43,10	30,58	On rejette H_{01} car $LR > X_{0,01}^2(15)$
TEST D'ABSENCE D'INEFFICACITE STOCHASTIQUE			
$H_{02}: \gamma = 0$ Absence d'inefficacité stochastique	68,99	5,41	On rejette H_{02} car $LR > X_{0,01}^2(1)$
TEST D'ABSENCE D'INEFFICACITE			
$H_{03}: \gamma = \delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_{11} = 0$ Absence d'inefficacité à tous les niveaux	65,88	27,02	On rejette H_0 car $LR > X_{0,01}^2(13)$
TEST D'ADEQUATION DE LA DISTRIBUTION SEMI NORMALE			
$H_{04}: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{11} = 0$ Inefficacité non expliquée par les variables exogènes	41,07	26,22	On rejette H_0 car $LR > X_{0,01}^2(12)$

3.3. Analyse et interprétation des scores d'efficacité technique

Les producteurs de sorgho burkinabè ont en moyenne un score d'efficacité technique assez faible de 0,5216. Ce résultat indique que les exploitants de sorgho produisent à 52% de leur capacité productive. Ce résultat confirme celui obtenu par Séogo et Zahonogo (2021). Avec un niveau d'efficacité complémentaire de 48 %, les producteurs atteindraient le niveau optimum de production de sorgho. En d'autres termes, en réduisant l'inefficacité technique de 48% sans utilisation supplémentaire de facteurs de production, les producteurs de sorgho se situeraient sur la frontière de production stochastique. Ce qui va contribuer à accroître la quantité produite de sorgho et ainsi améliorer la sécurité alimentaire du pays. Le producteur, le moins efficace, a un niveau d'efficacité de 0,062 et le pour le plus efficace, ce niveau est de 0,88. Dans

l'ensemble, les résultats montrent que les producteurs de sorgho, principale céréale cultivée au Burkina Faso, ont des niveaux de productivités agricoles de sorgho assez éloigné du niveau de productivité potentielle.

3. Tableau 3: Distribution des scores d'efficacité technique

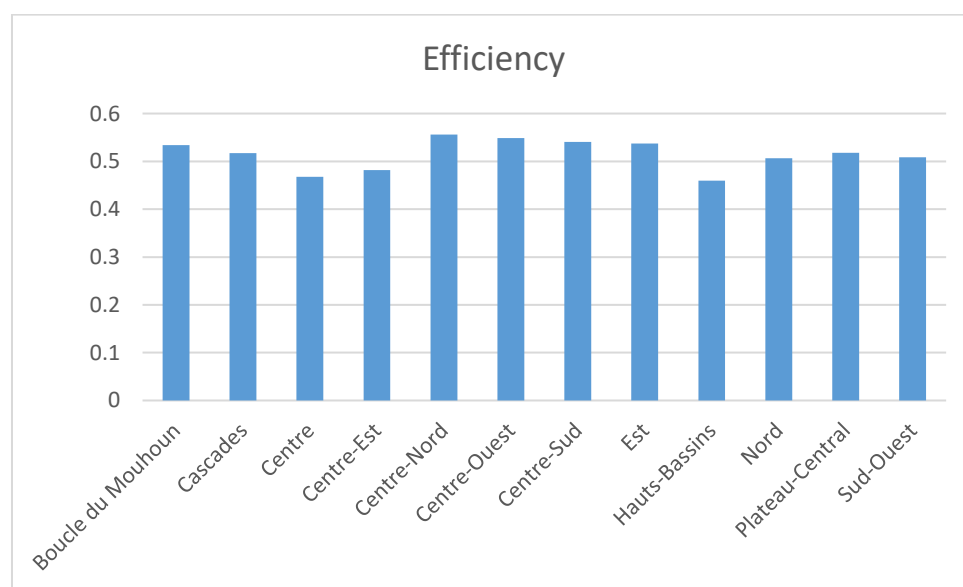
Variable	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Efficacité technique	0,5216	0,1817	0,0062	0.8861

Source : auteurs à partir des données du PGNT 2017

Distribution des niveaux d'efficacité technique par région

La représentation graphique des niveaux moyens d'efficacité technique indique une faible disparité entre ces niveaux d'efficacité moyens par région. Toutefois, les régions du Centre-Nord, du Centre-Ouest, du Centre-Sud et de la Boucle du Mouhoun semblent avoir des niveaux d'efficacité plus élevés. Les plus faibles niveaux d'efficacité se retrouvent dans les régions du Centre et des Hauts-Bassins mais avec des valeurs moyennes supérieures à 0,45 pas très éloigné du niveau moyen d'efficacité qui est 0,52. Vu ces résultats, l'on peut dire que dans l'ensemble, les producteurs de sorgho du Burkina Faso ont des performances faibles dans la production du sorgho en termes d'efficacité technique. Les mesures visant à améliorer les performances techniques des producteurs de sorgho sont fortement à encourager pour une amélioration certaine de la sécurité alimentaire.

4. Figure 1: Niveau d'efficacité technique moyen par région



Source : auteurs à partir des données du PGNT 2017

3.4. Les résultats de la fonction de production et de l'inefficacité technique estimées

Les résultats de l'estimation montrent globalement que le modèle estimé est assez satisfaisant au regard des paramètres estimés. Le paramètre γ compris entre zéro et un, signifie que toute déviation de la production de sorgho par rapport à la frontière est due à l'inefficacité technique de l'exploitant et/ou aux différents facteurs aléatoires qui échappent au contrôle de l'exploitant. La valeur de gamma qui est de 0,77 indique que 77% de la déviation de la production de sorgho par rapport à la frontière est due à l'inefficacité technique des exploitants. En effet dans cette étude, 23% de l'écart entre la production observée et production potentielle est expliqué par des facteurs exogènes aléatoires tels que les erreurs de mesures et les facteurs qui échappent au contrôle de l'exploitant (pluie, érosion, ravageurs...). Ce qui semble confirmer la nature stochastique de la fonction de production.

Les variables significatives de la fonction de production sont la superficie et la fumure organique. Les engrais (Urée et NPK), le facteur travail et la quantité de semences utilisées ne sont pas statistiquement significatifs.

Le paramètre de la variable superficie est positif et significatif à 10%. Ce paramètre qui correspond à l'élasticité de la production par rapport à la superficie est de 0,5074. Cette valeur implique qu'une augmentation de la superficie de 1% entraîne une augmentation de la production de 0,5074%. Cette relation relate le caractère extensif de la production agricole en général et celle du sorgho en particulier au Burkina Faso, les exploitants ayant besoin de plus de superficies pour produire plus. Ce résultat soutient ceux de Seogo & Sawadogo (2020).

Le paramètre du facteur « fumure organique » est également significatif à 1%. Une augmentation de la quantité de fumure organique de 1% entraîne une réduction de la production de 0,7735%. Ce résultat reflète l'importance de l'utilisation de la fumure organique dans l'amendement des sols pour de meilleures productivités agricoles et est similaire à celui trouvé par Seogo & Sawadogo (2020) pour les producteurs de mil dans la région du sahel.

Les déterminants de l'inefficacité technique des producteurs

Les facteurs déterminant l'inefficacité technique des producteurs de sorgho du Burkina Faso obtenus après estimation de la frontière de production stochastique sont l'âge, le sexe, le statut de la parcelle, la présence de marché dans la localité, l'accès à la vulgarisation agricole, la pratique d'autres activités non agricoles, la pratique des techniques de conservation des eaux et des sols (CES).

Le paramètre du facteur âge est positif et significatif à 5%. L'âge agit donc positivement sur l'inefficacité technique du producteur. Ce qui signifie que plus le producteur est âgé moins il

est efficace. Les jeunes sont donc plus efficaces que les plus âgés. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les jeunes adoptent plus facilement les techniques culturales modernes qui contribuent à accroître les productions agricoles, tandis que les plus âgés en sont moins engagés. A cela s'ajoute le fait que les jeunes sont physiquement vigoureux pour les travaux champêtres tandis que la force physique diminue avec l'âge. Ce résultat concorde avec celui de Coelli et Battese (1995). Par ailleurs, le signe négatif de l'âge élevé au carré indique l'existence d'un seuil à partir duquel l'inefficacité n'augmente plus avec l'âge mais diminue avec l'âge.

La variable « Genre » a un signe positif et significatif à 1 % impliquant une plus grande inefficacité des femmes comparativement aux hommes. En effet, au Burkina Faso, les femmes rencontrent souvent des difficultés d'accès à la terre et aux équipements et intrants agricoles par rapport aux hommes. De plus, les femmes ne consacrent pas la totalité de leur temps dans les exploitations de sorgho mais en consacrent une partie dans les travaux domestiques, ce qui contribue à réduire leur efficacité technique. Ce résultat corrobore ceux obtenus par Séogo et Zahonogo (2021) et Ouédraogo et al., (2019).

Les variables, présence de marché et pratique d'autres activités agricoles ont tous des coefficients de signes négatifs et significatifs à 10% respectivement. Ces facteurs contribuent donc à réduire l'inefficacité technique des producteurs de sorgho. En effet, la présence de marché dans une localité facilite l'accès des producteurs aux intrants agricoles, pendant que les revenus issus des activités non agricoles contribuent à l'achat des intrants et équipements agricoles relativement coûteux mais nécessaires à la production agricole. Ces producteurs verront donc accroître leurs productivités agricoles, leur permettant de se rapprocher de leur frontière de production optimale, *ceteris paribus*.

L'accès à la vulgarisation agricole permet d'améliorer l'efficacité technique des producteurs de sorgho. Le coefficient de la variable est négatif et significatif à 10%. En effet, la vulgarisation agricole constitue une source d'accès aux informations agricoles sur les nouvelles technologies agricoles facilitant ainsi leur adoption et dont les effets sur les productivités agricoles voir sur l'efficacité technique sont suffisamment démontrés dans les travaux empiriques comme ceux de DeLay, Thompson, & Mintert (2022) et de Geffersa et al., (2019).

La pratique des techniques de conservations des eaux et des sols (CES) que sont le zaï, les cordons pierreux, les haies vives et /ou les demi-lunes réduit l'inefficacité technique des producteurs de sorgho. En effet, ces techniques jouent un rôle déterminant dans la lutte contre l'érosion des sols, permettent de conserver les éléments nutritifs du sol contribuant sans doute à l'amélioration des productivités agricoles et donc l'efficacité technique des producteurs

pratiquant ces techniques. Ainsi, tout comme plusieurs autres technologies agricoles, l'effet positif de l'adoption des technologies agricoles est montré dans les travaux de Aye & Mungatana (2011) et de DeLay, Thompson, & Mintert (2022).

Par ailleurs, les responsables de parcelles à usage collectif sont techniquement plus inefficaces que ceux des parcelles à usage individuel.

5. Tableau 4: Résultat d'estimation de la frontière de production et des déterminants de l'inefficacité

Variables	Symboles	Coefficients
Constant	C	0.4792 (0.8720)
Engrais	$\ln X1$	-0.0327 (0.0921)
Superficie	$\ln X2$	0.5074* (0.2626)
Semence	$\ln X3$	-0.1715 (0.2129)
Main d'oeuvre (H/J)	$\ln X4$	-6.8714 (50.1458)
Fumure organique	$\ln X5$	0.7735*** (0.1609)
	$\ln X1 * \ln X1$	0.0060 (0.0197)
	$\ln X2 * \ln X2$	0.0935* (0.0490)
	$\ln X3 * \ln X3$	-0.1148** (0.0522)
	$\ln X4 * \ln X4$	435.3737 (1,457.7062)
	$\ln X5 * \ln X5$	0.1486*** (0.0516)
	$\ln X1 * \ln X2$	-0.0113 (0.0166)
	$\ln X1 * \ln X3$	-0.0187 (0.0150)
	$\ln X1 * \ln X4$	1.2341 (2.4732)
	$\ln X1 * \ln X5$	0.0068 (0.0099)
	$\ln X2 * \ln X3$	-0.0036 (0.0422)
	$\ln X2 * \ln X4$	-2.1933 (7.5005)
	$\ln X2 * \ln X5$	0.0585* (0.0332)
	$\ln X3 * \ln X4$	6.2808 (6.0744)

$\ln X3 * \ln X5$	0.0251 (0.0292)
$\ln X4 * \ln X5$	-18.4652*** (4.5748)
Déterminants de l'inefficacité technique	
Constante	-1.4713** (0.6498)
Age	0.0552** (0.0241)
age2	-0.0005** (0.0002)
Sexe (1=féminin)	0.6549*** (0.1725)
Education formelle (1=instruit)	0.2362 (0.1457)
Accès au crédit	0.0583 (0.1254)
Propriétaire de la parcelle	0.0830 (0.1779)
Statut de la parcelle (1=collectif)	0.7122*** (0.1514)
Accès à la vulgarisation	-0.4098** (0.1745)
Distance habitat parcelle	0.0183 (0.0238)
Existence de Marché	-0.2377* (0.1234)
Activités non agricoles	-0.2140* (0.1213)
CES	-0.3943** (0.1722)
γ	0,7677
σ^2	1,6503
Loglikelihood	-1582,4708
Nombre d'observations	1257

Note : * significatif à 10% ; *** significatif à 5% ; * significatif à 1% ; les erreurs types entre parenthèses

Conclusion

Le sorgho une des principales céréales les plus cultivées au Burkina Faso a des productivités agricoles assez faible laissant présager un problème d'efficacité technique. La présente recherche avait pour objectif d'identifier les déterminants de l'inefficacité technique des producteurs et d'estimer l'efficacité technique dans la production du sorgho au Burkina Faso. A cet effet, l'approche paramétrique stochastique de la frontière de production de la forme translog a été utilisé pour l'analyse. Cette estimation nous a permis d'obtenir le niveau d'efficacité moyen des producteurs et les déterminants de l'inefficacité technique des producteurs de sorgho du pays.

A l'issu des investigations, il est ressorti que seuls la superficie et la fumure organique affectent le niveau de production du sorgho avec des effets respectivement positifs. Les résultats montrent également que les producteurs de sorgho burkinabè sont techniquement efficaces à 52,16% donc à 47,84% d'inefficacité technique. Ce résultat indique une situation d'inefficacité technique assez importante dans la production du sorgho. Cette inefficacité technique est expliquée par des facteurs socioéconomiques et est réduite par, le fait d'être de sexe masculin, le caractère individuel de la parcelle, la présence de marché dans la localité, la pratique d'activités non agricoles, l'accès à la vulgarisation agricole et la pratique des techniques de conservations des eaux et des sols. L'inefficacité technique augmente avec l'âge des producteurs, avec un effet de seuil.

Au vu de ces résultats, des politiques agricoles peuvent être proposées en vue de permettre aux producteurs de sorgho de s'approcher davantage de leur niveau de production potentielle sans utilisation supplémentaire de facteurs de production. Ainsi, nous encourageons les politiques d'incitation des jeunes, plus ouverts aux techniques culturales modernes, à la production du sorgho tout en encourageant les plus âgés à travailler aux côtés des jeunes avec l'assistance des services techniques. Une politique d'accompagnement et d'organisation des femmes doit être envisagée dans le but de contribuer à les rendre plus efficaces à travers leur formation sur les techniques de conservations des eaux et des sols par exemple, qui contribue à réduire l'inefficacité technique. Cette formation devra concerner également les hommes. L'assistance technique dans la production du sorgho est également à renforcer pour une amélioration certaine de la production du sorgho au Burkina Faso.

BIBLIOGRAPHIE

- Aye, G. C., & Mungatana, E. D. (2011). « Technological Innovation and Efficiency in the Nigerian Maize Sector: Parametric Stochastic and Non-Parametric Distance Function Approaches ». . *Agrekon*, 50(4):1-24.
- Battese, G. E., & Corra, G. (1977). Estimation of production frontier model: with application to the pastoral zone. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169–179.
- CIRAD. (2020). *La sélection participative du sorgho au Burkina Faso : avec et pour les paysans et pour les paysans*.
- Coelli, J. T. (1995). Recent developments in frontier modeling and efficiency measurement. . *Australian Journal of Agricultural Economics*, 39(3), , 219-245.
- Combary, S. O. (2016). Analysing the efficiency of farms in Burkina Faso. . *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 12(3), 242–256.
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19(3), pp. 273-292.
- DeLay, N. D., Thompson, N. M., & Mintert, J. R. (2022). Precision Agriculture Technology Adoption and Technical Efficiency. *Journal of Agricultural Economics* 73(1), 195-219.
- DGESS. (2024). *Le bulletin trimestriel d'information sur la sécurité alimentaire au Burkina Faso*. BP 7010 Ouaga 03 www.sisa.bf.
- Farrell, M. (1957). Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. . *Journal of Royal Statistics Society*, n°120., 253-281.
- Geffersa, G., Ababayehu, A., Frank, W., & Mahmood, A. (2019). Technology Adoption and Technical Efficiency in Maize Production in Rural Ethiopia. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 14(3), 184-201.
- Greene, W. H. (1980). Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions. *Journal of Econometrics* 13, 27-56.
- Kaboré, D. P. (2007). série document de travail dt-CAPES n°2007. *Efficience technique de la production rizicole sur les périmètres aménagés du Burkina Faso*., 35.
- Kodde, D., & Palm, C. F. (1986). Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, Vol.54, No.5, pp.1243-1248.
- Koopmans, T. (1951). An Analysis of Production as an Efficacy Combination of Activities. . *Koopmans, T. C. (1951). An Analysis of Production as an Efficacy Combination of Activities. Koopmans T. C., (Ed.) Activity Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph n°13, New York, John Wiley & Sons.*

- Kumbhakar.S.C, & Lovell, C. A. (2000). Stochastic frontier analysis. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- MAAH. (2020). *Bilans alimentaires du Burkina Faso 2013-2019. Rapport technique*.
- Ouattara, W. (2012). Economic Efficiency Analysis in Côte d'Ivoire . *American Journal of Economics* 2(1):, 37-46.
- Ouédraogo, B. I., Zahonogo, P., & Ouédraogo, S. (2019). Determinants of the Technical Efficiency of Maize Farmers in Burkina Faso. *Journal of Economics and Sustainable Development*, ISSN 2222-1700 (Paper) ISSN 2222-2855 (Online), Vol.10, No.14, 2019, 55-67.
- Ouédraogo, S. (2015). Technical and Economic Efficiency of Rice Production on the Irrigated Plain of Bagre (Burkina Faso): A Stochastic Frontier Approach. *Journal of Economics and Sustainable Development* ISSN 2222-1700 (Paper) ISSN 2222-2855 (Online) Vol.6, No.14, 2015, 78-85.
- Savadogo, K., Combary, S. O., & Akouwerabou, B. D. (2016). Impacts des services sociaux sur la productivité agricole au Burkina Faso : approche par la fonction distance output. *Mondes en développement De Boeck Université*, vol. 0(2), pages 153-167.
- Séogo, W., & Sawadogo, W. J.-P. (2020). Les déterminants de l'efficacité technique de la production du mil dans la région du Sahel au Burkina Faso. *REVUE CEDRES-ETUDES - N°70 Séries économie – 2ie Semestre* ISSN 1021-3236, 106-128.
- Séogo; Zahonogo. (2021). Land ownership and technical efficiency of Sorghum Production in Burkina Faso: a stochastic Méta-frontier approach. *Journal of agribusiness*, 85-102.
- Tchale, H., & Sauer, .. (2007). The efficiency of maize farmig in Malawi, a brootstrapped frontier analysis . *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, pp.82-83.
- Wouterse, F. (2010). Migration and technical efficiency in cereal production: evidence from Burkina Faso. *Agricultural Economics*, vol (41), 5 <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00452.x> , 385-395.
- Zahonogo, P. (2016). Zahonogo, P. (2016). Property rights and farmers' investment decisions in Burkina Faso. *Ghanian Journal of Economics* 4, , 139–157.