

UNIVERSITE Thomas SANKARA

Centre d'Etudes, de Documentation
et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)

REVUE ECONOMIQUE ET SOCIALE AFRICAINE

SÉRIES ÉCONOMIE

A two-stage control function approach with settlement-specific residual variance to identify effects of family size on school achievement in Ouagadougou

Idrissa OUILI, Ismaël MOURIFIE & Thomas RUSSELL

La dynamique de la pauvreté au Niger revisitée :
une approche par les échelles d'équivalence

Youssoufou HAMADOU DAOUDA

Intensité d'utilisation des outils mécaniques et efficacité techniques
des producteurs de maïs au Burkina Faso

Bienlo Annick Marina PARE & Pam ZAHONOGO

Les déterminants de l'efficacité technique de la production du mil
dans la région du Sahel au Burkina Faso

SEOGO Windinkonté & SAWADOGO W. Jean-Pierre

Asymptotic Equivalence of OLS (GLS) and Maximum Likelihood
using Cointegrated Systems with Higher Order Integrated Variables

El Hadji GUEYE

Empreintes environnementales du commerce international
dans la zone CEDEAO

Tiertou Edwige SOME

Stock de capital humain des adultes du ménage en Côte d'Ivoire :
quels effets sur le maintien des filles dans le système scolaire ?

AHOURE Alban Alphonse E.

www.cedres.bf

La REVUE CEDRES-ETUDES « séries économiques » publie, semestriellement, en français et en anglais après évaluation, les résultats de différents travaux de recherche sous forme d'articles en économie appliquée proposés par des auteurs appartenant ou non au CEDRES.

Avant toute soumission d'articles à la REVUE CEDRES-ETUDES, les auteurs sont invités à prendre connaissance des « recommandations aux auteurs » (téléchargeable sur www.cedres.bf).

Les articles de cette revue sont publiés sous la responsabilité de la direction du CEDRES. Toutefois, les opinions qui y sont exprimées sont celles des auteurs.

En règle générale, le choix définitif des articles publiables dans la REVUE CEDRES-ETUDES est approuvé par le CEDRES après des commentaires favorables d'au moins deux (sur trois en générale) instructeurs et approbation du Comité Scientifique.

La plupart des numéros précédents (69 numéros) sont disponibles en version électronique sur le site web du CEDRES www.cedres.bf

La REVUE CEDRES-ETUDES est disponible au siège du CEDRES à l'Université Thomas SANKARA et dans toutes les grandes librairies du Burkina Faso et aussi à travers le site web : www.cedres.bf

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Pr Pam ZAHONOGO, Université Thomas SANKARA (UTS)

COMITE EDITORIAL

Pr Pam ZAHONOGO, UTS Editeur en Chef

Pr Noel THIOMBIANO, UTS

Pr Denis ACCLASATO, Université d'Abomey Calavi

Pr Akoété AGBODJI, Université de Lomé

Pr Chérif Sidy KANE, Université Cheikh Anta Diop

Pr Eugénie MAIGA, Université Norbert ZONGO Burkina Faso

Pr Mathias Marie Adrien NDINGA, Université Marien N'Gouabi

Pr Omer COMBARY, UTS

Pr Abdoulaye SECK, Université Cheikh Anta DIOP

Pr Charlemagne IGUE, Université d'Abomey Calavi

SECRETARIAT D'EDITION

Dr Samuel Tambi KABORE, UTS

Dr Théodore Jean Oscar KABORE, UTS

Dr Jean Pierre SAWADOGO, UTS

Dr Kassoum ZERBO, UTS

COMITE SCIENTIFIQUE DE LA REVUE

Pr Abdoulaye DIAGNE, UCAD (Sénégal)

Pr Adama DIAW, Université Gaston Berger de Saint Louis

Pr Gilbert Marie Aké N'GBO, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Albert ONDO OSSA, Université Omar Bongo (Gabon)

Pr Mama OUATTARA, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Idrissa OUEDRAOGO, Université Aube Nouvelle

Pr Kimséyinga SAVADOGO, UTS

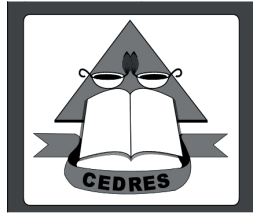
Pr Gnderman SIRPE, Université Aube Nouvelle

Pr Nasser Ary TANIMOUNE, Université d'Ottawa (Canada)

Pr Gervasio SEMEDO, Université de Tours

Pr Pam ZAHONOGO, UTS

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)



www.cedres.bf

REVUE CEDRES-ETUDES

Revue Economique et Sociale Africaine

REVUE CEDRES-ETUDES N°70

Séries économie

2^{ie} Semestre 2020

SOMMAIRE

A two-stage control function approach with settlement-specific residual variance to identify effects of family size on school achievement in Ouagadougou.....07

Idrissa OUILI, Ismaël MOURIFIE & Thomas RUSSELL

**La dynamique de la pauvreté au Niger revisitée :
une approche par les échelles d'équivalence.....37**

Youssoufou HAMADOU DAOUDA

**Intensité d'utilisation des outils mécaniques et efficacité techniques
des producteurs de maïs au Burkina Faso.....69**

Bienlo Annick Marina PARE & Pam ZAHONOGO

**Les déterminants de l'efficacité technique de la production du mil
dans la région du Sahel au Burkina Faso.....105**

SEOGO Windinkonté & SAWADOGO W. Jean-Pierre

**Asymptotic Equivalence of OLS (GLS) and Maximum Likelihood
using Cointegrated Systems with Higher Order Integrated Variables.....129**

El Hadji GUEYE

Empreintes environnementales du commerce international dans la zone CEDEAO.....195

Tiertou Edwige SOME

**Stock de capital humain des adultes du ménage en Côte d'Ivoire :
quels effets sur le maintien des filles dans le système scolaire ?.....226**

AHOURE Alban Alphonse E.

Intensité d'utilisation des outils mécaniques et efficacité technique des producteurs de maïs au Burkina Faso

Bienlo Annick Marina PARE

*Chercheur, Institut des Sciences des Sociétés/Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Burkina Faso,
kaboreparemarina@gmail.com*

*Enseignant-Chercheur, UFR Sciences Économiques et Gestion,
Université Thomas SANKARA, Burkina Faso,
pzahonogo@gmail.com*

Résumé

Cet article analyse l'effet de l'intensité de l'utilisation des outils mécaniques sur l'efficacité technique des producteurs de maïs au Burkina Faso. Pour ce faire, le modèle Frontière Stochastique de Production de Battese et Coelli (1993) a été appliqué sur des données de l'Enquête Permanente Agricole de 2017. Les résultats indiquent que l'intensité de labour des parcelles à l'aide d'outils à traction animale ou motorisée influence positivement et significativement l'efficacité technique des producteurs à partir d'un niveau moyen de 40,28% de parcelles labourées à l'aide de ces outils. Ce résultat implique que la promotion de la mécanisation de l'agriculture par emploi de traction animale ou tracteur ne doit pas se limiter à l'octroi d'outils mécaniques, mais cette politique doit prendre en compte la sensibilisation des producteurs à l'utilisation effective de ces outils sur l'ensemble de leurs parcelles.

Mots clés : Traction animale, Traction motorisée, mécanisation, agriculture, efficacité technique, Frontière Stochastique de Production, Burkina Faso

Abstract

This article analyzes the effect of the intensity of the use of mechanical tools on the technical efficiency of maize producers in Burkina Faso. To do this, the Stochastic Frontier Production model of Battese and Coelli (1993) was applied to data from the 2017 Permanent Agricultural Survey. The results indicate that the plowing intensity of plots using tools to animal or motorized traction positively and significantly influence the technical efficiency of producers from an average level of 40.28% of plots plowed using these tools. This result implies that the promotion of the mechanization of agriculture by the use of animal traction or tractor should not be limited to the granting of mechanical tools, but this policy must take into account the sensitization of producers to the effective use. of these tools on all their plots.

Keywords : Animal traction, Motorized traction, mechanization, agriculture, technical efficiency, Stochastic Frontier of production, Burkina Faso

1. Introduction

L'adoption de technologies mécaniques dans l'agriculture peut influencer fortement l'efficacité technique des producteurs et accroître la productivité agricole (Pingali, 2007 ; Hormozi et al., 2012 ; Vortia et al., 2019). Cet effet positif de l'utilisation des technologies mécaniques sur l'efficacité technique des producteurs s'explique théoriquement par l'augmentation de la productivité du travail et de la terre induite par la mécanisation agricole. Qing et al. (2019) soutiennent que la mécanisation agricole permet l'augmentation de la productivité du travail en substituant les machines au travail ou en mettant en culture une plus grande superficie de terre avec la même quantité de travail. Egalement, la mécanisation agricole entraîne selon ces auteurs une augmentation de la productivité des terres en supprimant les goulots d'étranglement qui entravent une plus grande productivité des terres. Enfin, Qing et al. (2019) soulignent que la mécanisation permet une réduction des coûts de production, en réduisant les dépenses de main-d'œuvre et par des opérations plus efficaces. Par ailleurs, la FAO (2006) indique que la mécanisation permet une réduction de la corvée des activités agricoles, rendant ainsi le travail agricole plus attractif.

Le constat dans les pays d'Afrique Subsaharienne est que l'adoption de machines à moteur et de traction animale reste limitée à quelques pays (Diao et al., 2016), alors que de nombreux producteurs ruraux sont techniquement inefficaces (Kibirige et al., 2014 ; Savadogo et al., 2016). La plus grande majorité du travail dans les exploitations agricoles africaines continue d'être effectuée manuellement. En Afrique subsaharienne, 65% des exploitations agricoles utilisent la force musculaire comme source d'énergie pour la préparation des sols, contre un taux de 25% pour la traction animale et 10% pour la traction motorisée (FAO, 2016). Cette forte utilisation de la force humaine comme principale source d'énergie constitue selon Sims et Kienzle (2017) une limite majeure pour l'augmentation de la productivité des terres et du travail. Par ailleurs, elle affecte négativement la rapidité des opérations agricoles et constitue une source majeure de corvées agricoles. Ainsi, un manque d'accès et

d'application des principaux intrants de production, y compris la mécanisation peut entraîner la faible productivité des terres et du travail, notamment dans les pays d'Afrique de l'ouest comme le Burkina Faso.

Au Burkina Faso, l'agriculture demeure l'activité principale pour près de 80% de la population active totale (PNDES, 2016). Cependant, de nombreux producteurs agricoles sont techniquement inefficaces (Savadogo et al., 2016), ce qui peut affecter la croissance de la productivité agricole (Combary et Savadogo, 2014). Par ailleurs, Kirui (2019) indique que la traction animale est le principal type de mécanisation au Burkina Faso, pratiqué par 69% de ménages contre 5% de ménage pour la traction motorisée. Près du tiers des ménages utilisent toujours la force manuelle. Ainsi, le gouvernement du Burkina Faso avec l'appui de ses partenaires au développement a renforcé depuis 2011 sa politique de mécanisation agricole, en initiant plusieurs projets et opérations d'équipements des petits producteurs agricoles. Cette action publique est nécessaire pour remédier aux défaillances du marché et créer un environnement propice à la mécanisation des petits exploitants (Daum et Birner, 2020). En effet, le faible niveau de mécanisation en Afrique est attribué à plusieurs facteurs qui selon Kirui (2019), vont des défaillances de marché limitant l'accès aux machines et aux fournitures de pièces de rechange, aux institutions manquantes et aux défis de gouvernance.

Les études empiriques réalisées au Burkina Faso sur les effets de la mécanisation agricole (Savadogo et al., 1998 ; Combary et Savadogo, 2014) ont montré que la traction animale améliore considérablement la productivité des terres et du travail, en particulier dans les zones agroclimatiques plus favorables du Burkina Faso et dans la production de culture telles que le maïs. Dans ces études, le recours aux outils mécaniques est essentiellement représenté sous la forme de variable binaire où le producteur adopte ou n'adopte pas la technologie. Pourtant, les ménages agricoles disposent de plusieurs parcelles et peuvent pratiquer la mécanisation sur un nombre limité de ces parcelles. Cependant, très peu d'informations existent sur l'effet de l'intensité d'utilisation de ces outils mécaniques sur l'efficacité technique des producteurs agricoles. D'où l'intérêt d'approfondir les réflexions en analysant l'effet de l'intensité de

l'utilisation des outils mécaniques sur l'efficacité technique des producteurs agricoles.

L'objectif de la présente étude est donc d'analyser l'effet de l'intensité d'utilisation des outils à traction animale ou motorisée sur l'efficacité technique des producteurs de maïs au Burkina Faso. Le maïs fait partie des trois principales cultures céréalières du pays et occupe la deuxième place en termes de production céréalière après le sorgho et le mil, avec une production estimée à 1 602 525 tonnes au cours de la campagne agricole 2016-2017 (INSD, 2017). Cette culture est pratiquée par 78,6 % des ménages agricoles en saison pluvieuse (MASA, 2013). L'analyse de l'effet de l'intensité de l'utilisation des outils mécaniques sur l'efficacité technique des producteurs de maïs permet de comprendre pourquoi ces producteurs demeurent inefficaces en dépit des nombreuses années d'intervention en matière de mécanisation agricole. Ainsi, cette étude permet d'éclairer davantage les décideurs en matière de mécanisation du secteur agricole, toute chose qui contribuerait à accroître la productivité agricole.

Le modèle Frontière Stochastique de production de Battese et Coelli (1993) est utilisé pour les analyses empiriques car il permet de mettre en évidence les déterminants de l'inefficacité technique des producteurs et permet de tenir compte de la nature stochastique de la production. Les données utilisées sont celles de ménages ruraux collectées en 2017 au Burkina Faso dans le cadre de l'Enquête Permanente Agricole (EPA). La suite de l'article est organisée en six sections. La première section est consacrée à la revue de la littérature. La seconde section présente l'approche de la Frontière Stochastique de la Production pour la modélisation de l'effet de l'intensité des outils mécaniques sur l'efficacité technique. La source des données et la description des variables utilisées sont présentées dans la troisième section. La quatrième section décrit les principales caractéristiques des exploitations de maïs. La cinquième section est consacrée à la présentation et à la discussion des résultats de l'estimation de l'efficacité technique des producteurs de maïs. La sixième section conclut l'article en tirant les implications de politique économique.

2. Revue de la littérature

Cette section présente la revue théorique des concepts de mécanisation agricole et d'efficacité technique. Aussi, elle présente quelques résultats empiriques sur l'effet de la mécanisation agricole sur l'efficacité technique des producteurs agricoles.

2.1. Revue théorique sur la mécanisation et l'efficacité technique

2.1.1. Analyse théorique de la mécanisation

La FAO (2006) décrit la mécanisation comme les outils, instruments et machines utilisés pour améliorer la productivité de la main-d'œuvre agricole et des terres. La mécanisation repose essentiellement sur l'utilisation de l'énergie humaine, animale ou motorisée, ou une combinaison de celles-ci. Elle permet donc de fournir et d'utiliser toutes les formes de sources d'énergie et d'assistance mécanique à l'agriculture, allant des simples outils manuels, à la traction animale et aux outils motorisés. Sur la base de la source d'énergie, les niveaux technologiques de mécanisation ont été largement classés en technologie manuelle, technologie de traction animale et technologie motorisée. Selon la FAO (2016), la mécanisation constitue un intrant agricole essentiel capable de transformer les moyens de subsistance de millions de familles en milieu rural en facilitant la production de produits à plus forte valeur tout en éliminant la pénibilité physique liée aux pratiques agricoles fondées sur l'énergie musculaire des hommes.

Différents cadres théoriques ont été appliqués pour expliquer comment la mécanisation se déroule au cours du développement économique. La théorie de l'innovation induite (Hayami et Ruttan, 1971 ; Ruttan, 1977) et la théorie de l'évolution des systèmes agricoles (Boserup, 1965 ; Pingali et al., 1987) revêtent une importance particulière. Selon la théorie de

l'évolution des systèmes agricoles de Boserup (1965), les équipements mécanisés peuvent permettre selon les circonstances d'économiser soit des terres ou de la main-d'œuvre. Les équipements mécanisés sont susceptibles d'être utilisés comme dispositifs d'économie de terres dans les cas où l'augmentation de la population et des prix attractifs stimulent une utilisation plus intensive des terres. Par contre, ces équipements sont utilisés comme moyen d'économie de main-d'œuvre dans les cas où une utilisation plus intensive des terres semble être inutile en raison de la stagnation de la demande ou de la concurrence des importations alimentaires ou pour d'autres raisons.

Selon la théorie de l'innovation induite, l'évolution de la rareté relative des facteurs de production conduit au développement de technologies qui facilitent la substitution de facteurs relativement abondants et donc bon marché à des facteurs de production relativement rares et donc coûteux (Ruttan, 1977). La théorie prédit que la mécanisation, en tant que technologie permettant d'économiser de la main-d'œuvre, sera induite par une pénurie croissante de main-d'œuvre, tandis que les technologies économes en terres, telles que les cultures à haut rendement seront induites par une raréfaction croissante des terres. Pour Ruttan (1977), le principal effet de l'adoption de la technologie mécanique est de faciliter la substitution de l'énergie et des machines au travail. Cela se traduit généralement par une baisse de l'utilisation de la main-d'œuvre par unité de superficie. La substitution de la force animale ou mécanique au travail humain permet à chaque travailleur d'étendre ses efforts sur une plus grande superficie et d'être ainsi plus efficace. La sous-section suivante présente l'analyse théorique de l'efficacité technique.

2.1.2. Analyse théorique de l'efficacité technique

La notion d'efficacité fait l'objet de deux grandes composantes : l'efficacité technique et l'efficacité allocative. Le concept d'efficacité technique trouve son origine essentiellement dans les travaux de Koopmans (1951) relatifs à l'analyse de la production, de Debreu (1951) qui a introduit le coefficient d'utilisation des ressources et de Farrell (1957) qui a utilisé pour la première fois le concept dans un cadre empirique. L'efficacité définie par Farrell (1957) considère une firme employant deux facteurs de production pour produire un produit unique, sous la condition de rendements d'échelle constants. L'efficacité peut être décrite par les éléments de la figure 1. Ainsi, le point P représente les quantités d'inputs des deux facteurs par unité d'output que peut utiliser la firme. L'isoquant SS' représente la frontière de production, c'est-à-dire les différentes combinaisons d'inputs qu'une firme efficace doit utiliser pour produire une unité d'output. Le point Q représente une firme efficace utilisant les deux facteurs de production dans les mêmes proportions que P.

Selon Farrell (1957), l'efficacité technique fait référence à la capacité de la firme à atteindre une production maximum à partir d'un ensemble donné d'inputs. Une firme est dite techniquement efficace, lorsqu'elle opère sur la frontière de production. L'efficacité technique de la firme est définie par :

$$TE = \frac{OQ}{OP} \quad (1)$$

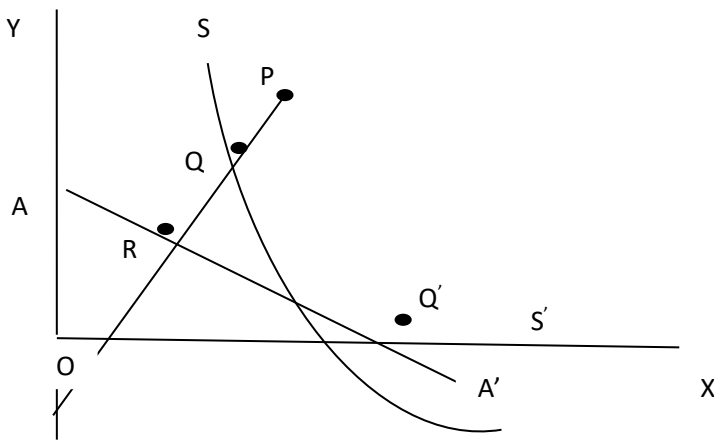
Ce ratio est égal à 1 (ou 100 pour 100), pour une firme parfaitement efficace, et devient infiniment petit si la quantité d'input par unité d'output devient infiniment grande. La distance QP désigne l'inefficacité technique de la firme. Elle représente la quantité par laquelle l'ensemble des inputs peuvent être proportionnellement réduits, sans qu'il n'y ait une réduction de la production. L'inefficacité technique provient donc d'une utilisation excessive d'inputs. La prise en compte du prix des facteurs de production permet de définir le concept d'efficacité allocative. L'efficacité allocative renvoie à l'intensité d'utilisation des différents facteurs de production,

étant donné leurs prix. En représentant la droite d'iso-revenu par AA' (figure 1), le point Q' et non Q est la méthode de production optimale. La firme est efficace du point de vue allocatif, si elle minimise ses coûts sous la contrainte de production. L'efficacité allocative de la firme est définie par :

$$AE = \frac{OR}{OQ} \quad (2)$$

La distance RQ représente la réduction possible des coûts de production si la production a lieu au point Q' (allocativement et techniquement efficace), au lieu du point Q (techniquement efficace mais allocativement inefficace). L'inefficience allocative est donc due à la combinaison des inputs dans des proportions sous-optimales par rapport aux prix relatifs.

Figure 1. Efficacité technique et allocative



Source : Farrell (1957)

Deux principales approches permettent de mesurer l'efficacité proposée par Farrell (1957). Il s'agit de l'approche non paramétrique et l'approche paramétrique. Ces deux approches ont l'avantage de permettre d'estimer la position relative de la firme par rapport à la frontière d'efficacité (Johansson, 2005). La spécification ou non d'une forme fonctionnelle de la frontière de production est l'élément distinctif de ces approches (Nuama, 2006). L'approche non paramétrique encore appelée Data Envelopment

Analysis (DEA) introduite par Charnes et al. (1978) applique la programmation mathématique à l'observation des données, pour mesurer l'efficacité. Cette approche ne nécessite pas d'hypothèses sur la forme fonctionnelle. L'approche paramétrique est celle qui présente une fonction comportant des paramètres explicites. La frontière de production (paramétrique ou non paramétrique) peut être stochastique ou déterministe selon l'hypothèse émise par le chercheur.

Certains chercheurs supposent que tout écart observé est uniquement dû à l'inefficacité du producteur et ils qualifient la frontière de nature déterministe. Par contre, lorsque les chercheurs estiment que les écarts sont expliqués à la fois par l'inefficacité du producteur et par des éléments aléatoires qui échappent au contrôle du producteur, la frontière de production est dite stochastique (N'Gbo, 1994). L'approche paramétrique stochastique généralement dénommée Stochastic Frontier Analysis (SFA) est dominante. Cette approche a été introduite par Aigner et al. (1977), Meeusen et Van Den Broeck (1977) et Battese et Corra (1977). Elle utilise le calcul économétrique pour l'estimation d'une fonction de production présumée et permet d'expliquer les erreurs de mesure telles que l'inefficacité technique et les perturbations aléatoires (Bauer, 1990 ; Chemak et Dhehibi, 2010). Des évidences empiriques montrent que l'efficacité technique est affectée par la mécanisation.

2.2. Revue empirique sur l'effet de la mécanisation sur l'efficacité technique

Divers chercheurs ont abordé la question de l'effet de la mécanisation sous différents angles, notamment en lien avec les rendements, la productivité de la terre, la productivité du travail et l'efficacité technique. Chisango et Obi (2010) adoptent l'approche de la frontière stochastique de production pour déterminer l'effet du programme accéléré de réforme agraire du gouvernement du Zimbabwe sur l'efficacité technique des producteurs. Les auteurs ont utilisé la spécification Cobb-Douglas de la fonction de production et ont définie l'utilisation des équipements et des machines

comme une variable binaire. Les résultats ont révélé que la mécanisation était un facteur important dans la performance des agriculteurs. Hormozi et al. (2012) évaluent l'impact des intrants de mécanisation et des systèmes de culture sur la l'efficacité technique des producteurs de riz en Iran. Les auteurs utilisent une forme Cobb-Douglas pour estimer la frontière stochastique de production et un indice de mécanisation basé sur la matrice d'utilisation de traction animale et motorisée. Les résultats montrent une forte variation dans l'utilisation des machines agricoles pour la production de riz et un impact de la mécanisation sur l'efficacité des producteurs du riz. Cependant, l'utilisation de l'indice de mécanisation de Hormozi et al. (2012) exige des données sur le coût du travail humain, des animaux et le coût d'exploitation des machines agricoles.

Peu d'études ont analysé les effets de l'intensité de la mécanisation sur l'efficacité technique. Vortia et al. (2019) explorent l'étendue de l'adoption de la mécanisation au niveau des exploitations et son impact sur l'efficacité technique des producteurs au Bangladesh. Les auteurs utilisent une approche non paramétrique DEA pour calculer les scores d'efficacité technique des exploitations individuelles. Les résultats de l'approche DEA indiquent que les exploitations avec un niveau de mécanisation plus élevé sont techniquement plus efficaces que les autres, bien que les deux groupes agricoles soient techniquement inefficaces dans la production de riz. Dans leur approche, Vortia et al. (2019) considèrent le niveau de mécanisation comme une variable binaire représentant un niveau de plus de 50% de mécanisation et un autre de moins de 50% de mécanisation. Cette définition de la variable mécanisation, bien qu'elle tienne compte de l'intensité de mécanisation ne permet pas de tester l'existence d'un niveau d'intensité aboutissant à une baisse de l'inefficacité technique des producteurs agricoles. Au Burkina Faso, il n'y a quasiment pas d'étude ayant analysé l'effet de l'intensité de la mécanisation sur l'efficacité technique des producteurs. Suivant Chisango et Obi (2010) et Hormozi et al. (2012), l'approche de la frontière stochastique de production est retenue dans cette étude.

3. Approche de la Frontière Stochastique de la Production pour la modélisation de l'effet de l'intensité des outils mécaniques sur l'efficacité technique

Le modèle de frontière stochastique de production se présente de la manière suivante :

$$Y_i = f(X_i; \alpha) \exp(\varepsilon_i) \quad (3)$$

Y_i , représente la production réalisée par la firme i ; X_i représente le vecteur des inputs ; α est le vecteur des paramètres inconnus de la technologie. $f(X; \alpha)$, est la frontière de production. La caractéristique principale de la SFA est la composition en deux parties du terme d'erreur ε_i . $\varepsilon_i = V_i - U_i$; Où V_i capture les effets aléatoires purs dus par exemple aux erreurs de mesure et aux extrêmes conditions climatiques, et U_i représente les erreurs aléatoires associées aux inefficacités techniques. La mesure de l'efficacité technique à partir de la frontière stochastique de production traditionnelle de Aigner et al. (1977) se présente de la manière suivante :

$$TE_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{f(X_i; \alpha) \exp(V_i - U_i)}{f(X_i; \alpha) \exp(V_i)} = \exp(-U_i) \quad (4)$$

Où, l'efficacité technique d'une firme individuelle i , est définie par le rapport de l'output observé sur la frontière stochastique de production correspondante, étant donné le niveau d'utilisation des facteurs de production par la firme.

La principale limite de cette approche est qu'elle ne permet pas de mettre en évidence les déterminants de l'inefficacité technique. Ainsi des modèles théoriques de frontière de production stochastique ont essayé d'aller au-delà de l'estimation de la frontière stochastique, pour examiner les déterminants de l'inefficacité. Les premières contributions à la littérature sur cette question (Pitt et Lee, 1981 ; Kalirajan, 1981) ont adopté une démarche d'estimation en deux étapes. La première étape consiste en la spécification et l'estimation d'une frontière stochastique de production et

à la prédiction des indices d'efficacité technique, sous l'hypothèse que les effets des inefficacités techniques sont indépendamment distribués. La deuxième étape consiste à spécifier un modèle de régression mettant en relation les inefficacités techniques prédites avec une série de variables socio-économiques.

Battese et Coelli (1993) montrent les limites de la démarche précédente en indiquant que la seconde étape de la démarche repose sur des hypothèses fausses, car les effets de l'estimation de la frontière stochastique ne sont pas pris en compte. Cette seconde étape est en contradiction avec l'hypothèse selon laquelle les effets d'inefficacité technique sont indépendamment distribués dans la frontière stochastique de production. Cette estimation séparée est biaisée puisque l'inefficacité technique est considérée comme exogène dans la frontière de production et endogène dans l'explication du niveau des inefficacités techniques. Battese et Coelli (1993) propose une frontière stochastique de production à effets d'inefficacité incorporés. Ce modèle permet de déterminer l'effet des variables technologiques, des facteurs socio-économiques et institutionnels qui sont susceptibles d'affecter l'efficacité technique des agriculteurs.

En adoptant une forme flexible Translogarithmique pour l'estimation de la fonction de production et une forme linéaire pour l'estimation de l'inefficacité technique, le modèle de frontière stochastique de production à effets d'inefficacité incorporés peut être représenté de la façon suivante :

$$\ln Y_i = \ln \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \ln X_{ji} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \alpha_{jk} \ln X_{ji} \ln X_{ki} + \varepsilon_i \quad (5)$$

Y_i , représente la production du maïs du ménage i ($i = 1, 2, \dots, n$) et le vecteur X représente les facteurs de production utilisés. ε_i est le terme d'erreur aléatoire.

$$U_i = \delta_0 + \sum_{j=1}^n \delta_j W_{ji} + \alpha_{n+1} \text{Outils mécaniques}_i \quad (6)$$

U_i représente l'inefficacité technique du ménage i , le vecteur W représente les facteurs sociaux, institutionnels et agroécologiques pouvant affecter le niveau d'inefficacité technique des producteurs. *Outils mécaniques* représente l'intensité de labour des parcelles à l'aide d'outils à traction animale ou motorisée.

4. Données utilisées et description des variables

La source des données utilisées est présentée dans cette section ainsi que les variables retenues pour les estimations économétriques.

4.1. Présentation de la source des données

Les données utilisées dans ce travail sont issues de l'Enquête Permanente Agricole (EPA), mise en œuvre par la Direction de la Prospective et des Statistiques Agricoles et Alimentaires (DPSAA) du Ministère en charge de l'Agriculture du Burkina Faso. L'EPA est une enquête par sondage de portée nationale qui couvre les 45 provinces du pays selon le découpage administratif. Elle vise principalement à estimer les productions des provinces et du pays pour chaque culture et permet également d'évaluer les performances du secteur agricole. Les données de l'EPA sont obtenues à partir de deux sources. La première est l'enquête par sondage sur les ménages agricoles, réalisée auprès d'un échantillon de villages et de ménages répartis dans les 45 provinces du pays. La seconde source est l'enquête administrative sur les bas-fonds aménagés et les périmètres irrigués.

Les unités d'observations de l'EPA sont les exploitations agricoles de type ménages agricoles. Le champ d'observation concerne l'ensemble des ménages agricoles du Burkina Faso, excepté les ménages vivant dans les communes urbaines. Pour la collecte des données de l'EPA, le ménage a été défini comme un groupe de personnes généralement unies par des liens de sang ou de mariage, logeant habituellement ensemble, produisant

ensemble, et dont l'autorité budgétaire relève au moins théoriquement d'une seule personne appelée chef de ménage. Le ménage agricole est un ménage dans lequel un ou plusieurs membres entretiennent des parcelles pour le compte du ménage. Les données utilisées dans cette recherche sont celles de l'année 2017. Le choix de l'année se justifie par le fait qu'elle correspond à la base de données la plus récente obtenue. La spéculatation choisie est le maïs. Après apurement de la base de données, l'échantillon obtenu est constitué de 3259 ménages producteurs de maïs repartis dans les 13 régions du pays. La sous-section suivante décrit les variables utilisées.

4.2. Description des variables utilisées

Les facteurs de productions utilisés dans le processus de production sont déterminants dans l'accroissement de la production. Les principaux facteurs de production sont : la superficie, la quantité de NPK, la quantité d'Urée, la quantité de fumure organique, la quantité de semence, le nombre de litre d'herbicide, le nombre de litre de pesticide et la qualité de la main-d'œuvre utilisée. La superficie représente l'utilisation de la terre et est exprimée en hectares. Les semences désignent la quantité appliquée en kilogramme sur les parcelles de maïs. Les herbicides et les pesticides sont mesurés par le nombre de litres appliqué sur l'exploitation de maïs. Le NPK, l'urée et la fumure sont mesurés en quantité de kilogrammes appliquée sur les parcelles de maïs. Plus la quantité de facteur augmente, plus le niveau de la production devrait augmenter. La qualité de la main-d'œuvre représente le type de main d'œuvre (familiale ou rémunérée) utilisé dans les différentes opérations culturales. C'est une variable binaire égale à 1 si le ménage utilise à la fois la main d'œuvre familiale et rémunérée, et 0 si non.

La variable d'intérêt dans l'analyse de l'inefficacité technique des producteurs, est la variable intensité d'utilisation des outils mécaniques qui représente l'intensité d'utilisation des outils à traction animale ou motorisée dans l'activité de labour des parcelles. C'est une variable continue comprise entre 0 et 1 qui désigne la proportion des parcelles du

ménage sur lesquels les outils à traction animale ou motorisée ont été utilisés pour le labour. Plus le ménage utilise ces outils mécaniques sur les parcelles, moins il devrait être techniquement inefficace. Les autres variables explicatives de l'inefficacité technique sont : l'âge, le sexe, l'alphabétisation, l'accès au crédit agricole, l'appartenance à une organisation paysanne et la zone agroclimatique. Les producteurs les plus âgés sont supposés avoir plus d'expériences et plus de maîtrises dans l'utilisation des facteurs de production, comparativement aux producteurs jeunes. Savadogo et al. (2016) ont montré que l'expérience de l'agriculteur dans l'activité agricole affecte négativement son niveau d'inefficacité technique. Il est anticipé une relation négative entre la variable âge et le niveau d'inefficacité technique des producteurs.

Les chefs de ménage de sexe masculin devraient être plus efficaces en raison de leur position sociale. Contrairement aux hommes qui disposent de plus de temps à consacrer aux activités économiques, les femmes utilisent une grande partie de leur temps pour les travaux domestiques et les activités sociales, ce qui peut affecter négativement leur efficacité technique. Abdulai et al. (2013) ont en effet montré que les producteurs de maïs de sexe féminin sont plus inefficaces que ceux de sexe masculin. Mango et al. (2015) ont également abouti à une conclusion similaire en montrant que les producteurs de maïs de sexe masculin sont relativement plus efficaces que ceux de sexe féminin. L'accès au crédit devrait contribuer à réduire l'inefficacité des producteurs. Cet effet négatif du crédit agricole sur l'inefficacité technique a été prouvé par Savadogo et al. (2016). L'alphabétisation est définie par une variable binaire égale à 1, si le chef de ménage sait lire et écrire en langue française ou dans une langue locale quelconque, et 0 si non. C'est un élément du capital humain essentiel à tout processus de développement. Le capital humain exerce un effet positif sur l'amélioration de l'habileté de l'agriculteur, donc améliore l'efficacité technique.

L'appartenance à une organisation paysanne est une variable binaire égale à 1 si le chef de ménage est un membre d'une organisation paysanne, et 0 si non. L'appartenance à une organisation paysanne facilite la circulation d'informations entre les membres du groupe, ce qui devrait contribuer à

améliorer l'efficacité technique des producteurs. La zone agroclimatique est définie comme une variable binaire égale à 1, s'il s'agit d'une zone à forte pluviométrie (zone soudanienne du pays avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 900 et 1200 millimètres), et 0 s'il s'agit d'une zone à pluviométrie moyenne ou faible (zone soudano-sahélienne et zone sahélienne du pays avec une pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 900 millimètres). La zone pluviométrique permet de prendre en compte l'effet des variables liées aux potentialités agricoles de la zone sur l'efficacité technique des producteurs.

5. Description des exploitations de maïs

Les principales caractéristiques descriptives des exploitations de maïs portent d'une part sur les aspects socio-institutionnels des ménages et d'autre part sur l'intensité d'utilisations des outils à traction animale ou motorisée dans les exploitations de maïs.

5.1. Caractéristiques socio-institutionnelles des ménages

Les statistiques descriptives présentées dans le tableau 1 montrent que les chefs de ménage sont des personnes adultes, dont l'âge moyen est de 50,07 ans. Il y a une forte dominance des hommes au niveau des chefs de ménage. Près de 95,12 % des chefs de ménages producteurs de maïs sont de sexe masculin. L'une des caractéristiques principales du chef de ménage est sa reconnaissance par les autres membres du ménage comme principal preneur de décision au sein du ménage. En ce sens, ce sont les hommes qui dominent par leurs effectifs au niveau des chefs de ménage à tous les âges (INSD, 2015). La faiblesse du niveau d'éducation se traduit par le fait que seul 27,64% des chefs de ménage agricole savent lire et écrire en français ou dans une langue locale. Les statistiques montrent également que les producteurs de maïs ne sont pas tous membres d'une organisation paysanne. Le taux d'adhésion aux organisations paysannes

est de 35,62%. Les ménages producteurs de maïs ont des difficultés pour accéder aux crédits agricoles. Seulement 22,67% des ménages ont obtenu du crédit pour leurs activités agricoles. 28,13% des ménages producteurs de maïs appartiennent à une zone de fortes potentialités agricoles. Il s'agit de la zone soudanienne du pays avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 900 et 1200 millimètres. Ce résultat s'explique par le fait que le maïs est une culture qui exige de bonnes conditions pluviométriques.

Tableau 1 : Variables socio-institutionnelles des ménages

| Variables | Moyennes ou Proportions | Écartis-types | | Maximum |
|--|-------------------------|---------------|---------|---------|
| | | Minimum | Maximum | |
| Sexe (% des chefs de ménages hommes) | 95,121 | 0 | 100 | 100 |
| Age du chef de ménage (en années) | 50,071 | 14,533 | 99 | 99 |
| Alphabétisation (% des chefs de ménages qui savent lire et écrire) | 27,646 | 0 | 100 | 100 |
| Organisation paysanne (en %) | 35,624 | 0 | 100 | 100 |
| Accès au crédit (en %) | 22,675 | 0 | 100 | 100 |
| Zone agroclimatique (en %) | 28,137 | 0 | 100 | 100 |

Source : Auteurs à partir des données de l'EPA 2017

5.2. Intensité d'utilisations des outils à traction animale ou motorisée dans les exploitations de maïs

Au regard de l'analyse des superficies emblavées en maïs, il ressort du tableau 2 que les ménages cultivent le maïs sur de petites parcelles avec une proportion de 66,03% de ménages qui ont une superficie totale inférieure ou égale à 1 hectare. Les ménages dont la superficie totale emblavée en maïs est comprise entre 1 et 5 hectares représentent 29,49%. Seulement 3,38% des ménages ont une superficie emblavée comprise entre 5 et 10 hectares. Les ménages producteurs de maïs dont la superficie totale emblavée est supérieure à 10 hectares sont en nombre très limité avec une proportion de 1,10%. Ces résultats montrent que les exploitations de maïs sont de type familial et que les exploitations de type entrepreneurs agricoles, dotées de grandes superficies et orientées vers le marché sont en nombre très faible. L'analyse de l'intensité d'utilisation des outils à traction indique que les ménages utilisent la traction animale ou motorisée en moyenne sur 77,68% des parcelles de maïs. Le taux d'utilisation des outils à traction est plus faible pour les ménages dont la superficie totale emblavée en maïs est inférieure ou égale à 1 hectare (73,87%). Par contre, les ménages dotés de grandes superficies de maïs (supérieure à 10 hectares) utilisent les outils à traction sur presque la totalité de leur superficie emblavée (97,07%). Ces résultats indiquent que ce sont les petites exploitations de maïs qui ne labourent pas toutes leurs parcelles à l'aide d'outils à traction animale ou motorisée.

Tableau 2 : Caractéristiques des ménages selon la superficie emblavée et l'intensité d'utilisation des outils à traction

| | Nombre de ménages | Proportion des ménages (en %) | Intensité d'utilisation des outils à traction (en %) |
|--|-------------------|-------------------------------|--|
| Superficie inférieure ou égale à 1 hectare | 2152 | 66,03 | 73,87 |
| Superficie comprise entre 1 et 5 hectares | 961 | 29,49 | 83,94 |
| Superficie comprise entre 5 et 10 hectares | 110 | 3,38 | 91,08 |
| Superficie supérieure à 10 hectares | 36 | 1,10 | 97,07 |
| Total ou moyenne | 3259 | 100 | 77,68 |

Source : Auteurs à partir des données de l'EPA 2017

6. Résultats de l'estimation de la frontière stochastique de production

Les résultats du test du ratio de vraisemblance révèlent que le modèle Translog est globalement significatif au seuil de 1%. Les tests de significativité individuelle des paramètres indiquent que la plupart des variables ont un effet significatif sur la production à un seuil inférieur à 10 %. Les paramètres estimés de la fonction de production Translog présentés dans le tableau 3, ne peuvent pas être interprétés comme des élasticités. Pour calculer les élasticités de la fonction de production translog, une combinaison linéaire des paramètres de la fonction de production est nécessaire.

Tableau 3 : Résultats de l'estimation de la Frontière Stochastique de Production

| | Coefficients | Écarts-types, | Intervalle de | Confiance 95% |
|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Log production | | | | |
| Log superficie | 0,974*** | 0,052 | 0,872 | 1,076 |
| Log semence | 0,168*** | 0,058 | 0,054 | 0,282 |
| Log fumure | -0,006 | 0,019 | -0,044 | 0,031 |
| Log NPK | -0,058 | 0,049 | -0,154 | 0,038 |
| Log urée | 0,131** | 0,056 | 0,021 | 0,242 |
| Log herbicide | 0,118*** | 0,026 | 0,065 | 0,171 |
| Log pesticide | 0,076 | 0,097 | -0,115 | 0,268 |
| Log superficie x log semence | 0,040*** | 0,015 | 0,009 | 0,070 |
| Log superficie x log fumure | 0,001 | 0,003 | -0,005 | 0,008 |
| Log superficie x log NPK | -0,013 | 0,012 | -0,037 | 0,010 |
| Log superficie x log urée | 0,004 | 0,013 | -0,021 | 0,031 |
| Log superficie x log herbicide | -0,002 | 0,005 | -0,013 | 0,008 |
| Log superficie x log pesticide | -0,018 | 0,019 | -0,056 | 0,020 |
| Log semence x log fumure | 0,003 | 0,004 | -0,005 | 0,012 |
| Log semence x log NPK | -0,006 | 0,014 | -0,035 | 0,023 |
| Log semence x log urée | -0,010 | 0,016 | -0,043 | 0,021 |
| Log semence x log herbicide | -0,007 | 0,007 | -0,022 | 0,006 |
| Log semence x log pesticide | -0,016 | 0,026 | -0,068 | 0,035 |
| Log fumure x log NPK | -0,001 | 0,002 | -0,007 | 0,004 |
| Log fumure x log urée | 0,002 | 0,003 | -0,003 | 0,008 |
| Log fumure x log herbicide | 0,001 | 0,001 | -0,001 | 0,004 |
| Log fumure x log pesticide | 0,005 | 0,004 | -0,003 | 0,013 |
| Log NPK x log urée | -0,006 | 0,007 | -0,020 | 0,007 |
| Log NPK x log herbicide | -0,005 | 0,004 | -0,014 | 0,002 |
| Log NPK x log pesticide | 0,004 | 0,013 | -0,021 | 0,030 |

| | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------|---------|--------------------------------|
| Log urée x log herbicide | -0,001 | 0,004 | -0,011 | 0,007 |
| Log urée x log pesticide | 0,017 | 0,014 | -0,011 | 0,045 |
| Log herbicide x log pesticide | -0,012 | 0,008 | -0,028 | 0,002 |
| Log superficie au carré | 0,016** | 0,007 | 0,0006 | 0,031 |
| Log semence au carré | -0,004 | 0,009 | -0,024 | 0,014 |
| Log fumure au carré | -0,0004 | 0,002 | -0,004 | 0,003 |
| Log NPK au carré | 0,026*** | 0,008 | 0,010 | 0,042 |
| Log Urée au carré | -0,011 | 0,009 | -0,029 | 0,006 |
| Log Herbicide au carré | -0,010*** | 0,003 | -0,017 | -0,003 |
| Log pesticide au carré | -0,018 | 0,014 | -0,047 | 0,009 |
| Type de Main d'oeuvre | 0,024 | 0,042 | -0,057 | 0,107 |
| Constante | 6,986*** | 0,103 | 6,783 | 7,188 |
| Inefficacité technique | | | | |
| Sexe | 0,284** | 0,141 | 0,006 | 0,563 |
| Age | 0,018 | 0,011 | -0,004 | 0,041 |
| Age au carré | -0,0001 | 0,0001 | -0,0003 | 0,00003 |
| Alphabétisation | 0,056 | 0,068 | -0,078 | 0,191 |
| Intensité de labour | 1,352 | 0,985 | -0,578 | 3,283 |
| Intensité de labour au carré | -1,678* | 0,978 | -3,597 | 0,240 |
| Accès au crédit | -0,476*** | 0,091 | -0,656 | -0,295 |
| Organisation paysanne | -0,031 | 0,075 | -0,180 | 0,117 |
| Zone agroclimatique | -0,609*** | 0,081 | -0,768 | -0,450 |
| Constante | -0,540 | 0,333 | -1,193 | 0,112 |
| log de vraisemblance | | | | -3041.233 |
| Test de Wald | | | | Wald chi2(36) = 20247,91*** |
| Nombre d'observations | | | | 3259 |

*** significatif à 1%, ** significatif à 5% et * significatif à 10%.

Source : Auteurs à partir des données de l'EPA 2017

6.1. Élasticités de la fonction de production

Les élasticités des inputs sont calculées de la manière suivante :

$$\varepsilon_j = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x_j} = \alpha_j + \sum_j \alpha_{jk} \ln x_k \quad (7)$$

Avec ε_j l'élasticité de chaque facteur de production, j les facteurs de production utilisés (superficie, semence, fumure, NPK, urée, herbicide et pesticide) et y représente la fonction de production. Les résultats du calcul des élasticités sont présentés dans le tableau 4. Les résultats de l'estimation des rendements d'échelle indiquent qu'un accroissement conjoint de l'ensemble des inputs de 1% entraîne une hausse significative de la production de maïs de 1,24%. Les producteurs de maïs burkinabè peuvent accroître leur production en employant plus de ressources. Ce résultat implique que les producteurs de maïs opèrent sous des rendements d'échelle croissants. Ce qui est conforme aux études de Taru et al. (2012) au Nigéria et Vitor al. (2016) au Ghana. Les facteurs de production qui contribuent positivement et significativement à l'accroissement de la production de maïs sont : la superficie, la quantité de semences, la quantité de NPK, d'urée et le nombre de litre d'herbicide.

Tableau 4 : Élasticités de la fonction de production et rendement d'échelle

| Variabes | Élasticités | Ecart-types | Intervalle de | Confiance 95% |
|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Superficie | 0,971*** | 0,013 | 0,944 | 0,998 |
| Semence | 0,047*** | 0,015 | 0,015 | 0,078 |
| Fumure | 0,0004 | 0,005 | -0,010 | 0,011 |
| NPK | 0,036*** | 0,011 | 0,014 | 0,059 |
| Urée | 0,056*** | 0,012 | 0,031 | 0,081 |
| Herbicide | 0,041*** | 0,005 | 0,030 | 0,052 |
| Pesticide | 0,086 | 0,062 | -0,035 | 0,208 |
| Rendements d'échelles | 1,240*** | 0,064 | 1,114 | 1,366 |

*** significatif à 1%, ** significatif à 5% et * significatif à 10%.

Source : Auteurs à partir des données de l'EPA 2017

La superficie est le facteur qui contribue le plus à l'accroissement de la production, avec une élasticité de 0,971. Lorsque la superficie augmente de 1%, la production agricole augmente de 0,971%. Ce résultat s'explique par le fait que la production de maïs est de type extensif (MASA, 2013). La relation positive entre la superficie emblavée et la production de maïs est conforme aux résultats de Bempomaa et Acquah (2014) et Vitor et al. (2016) obtenus au Ghana. Brossier (1989) a indiqué le caractère extensif de la plupart des exploitations agricoles dans les pays en développement, en montrant que les paysans préfèrent assurer la production en semant le maximum de surface plutôt qu'en changeant de techniques. La quantité de semences appliquée contribue à augmenter le niveau de production. Une augmentation de 1% de la quantité de semence entraîne une augmentation de la production de 0,047%. Ce résultat est conforme à celui de Vitor et al. (2016). Une augmentation de la quantité de NPK de 1%, entraîne une augmentation de la production de 0,036%. De même, une augmentation de la quantité d'urée de 1%, entraîne une augmentation de la production de maïs de 0,056%. Le NPK et l'urée contribuent à l'amélioration de la qualité des sols, ce qui en retour entraîne une augmentation de la production.

L'élasticité associée à l'utilisation des herbicides est très significative (0,041). Ce résultat signifie qu'une augmentation du nombre de litre d'herbicide de 1%, entraîne une augmentation de la production de maïs de 0,041%. Cependant, en raison des enjeux environnementaux liés à l'utilisation des herbicides qui sont des produits chimiques, il a été testé l'existence d'un niveau optimal d'utilisation d'herbicide dans la production de maïs. Cela est rendue possible par l'analyse de la fonction de production Translog (tableau 3). Les résultats indiquent que le coefficient associé à la variable herbicide au carré (-0,010) est négatif et significatif. Ce qui signifie qu'il existe un seuil à partir duquel toute augmentation de la quantité d'herbicide se traduirait par une baisse de la production de maïs. Au-delà de 5,79 litres d'utilisation d'herbicide par hectare, la production de maïs baisserait. Ce résultat implique qu'il est important d'observer des doses adéquates de produits de traitement afin de ne pas réduire la production agricole.

6.2. Analyse des déterminants de l'inefficacité technique des producteurs de maïs

Le tableau 3 fournit les résultats de l'estimation du modèle d'inefficacité technique. Un signe négatif et significatif indique un effet négatif de la variable considérée sur le niveau d'inefficacité technique (donc un effet positif sur le niveau d'efficacité technique). Le coefficient associé à la variable intensité de labour au carré (-1,67) indique qu'il existe une relation non linéaire entre l'intensité de labour des parcelles de maïs et l'efficacité technique des producteurs. Plus la proportion de parcelles labourées à l'aide d'outils à traction animale ou motorisée augmente, plus l'inefficacité technique des producteurs baisse et ceci à partir d'un niveau moyen de 40,28% de parcelles labourées. La mécanisation de l'agriculture par emploi de traction animale ou tracteur augmente la flexibilité dans l'allocation des ressources. En effet les ménages utilisant la traction animale ou à moteur sur leurs parcelles allouent efficacement le travail entre les différentes activités culturales.

Les résultats montrent également que le sexe a un effet positif sur l'inefficacité technique des producteurs. Ce résultat signifie que les ménages producteurs de maïs dirigés par les hommes sont plus inefficaces que ceux dirigés par les femmes. Ce résultat est contraire à celui de Ouédraogo et al. (2019) réalisé auprès des producteurs de maïs du Burkina Faso. Cette différence de résultat peut s'expliquer par la différence dans la taille de l'échantillon et la différence des dates des données d'analyse. En effet, l'étude de Ouédraogo et al. (2019) a considéré les données de 2012 tandis que la présente étude se réfère à des données plus récentes (2017), ce qui permet de représenter les effets plus récents. En effet depuis 2011, les femmes rurales du Burkina Faso ont bénéficié de nombreuses politiques leur permettant un meilleur accès aux intrants agricoles. Ce qui pourra justifier le fait que les femmes soient devenues plus efficaces que les hommes. Par ailleurs, cette étude considère un échantillon de 3259 ménages, ce qui est largement supérieur à l'échantillon de 275 ménages considéré par Ouédraogo et al. (2019).

Les résultats montrent par ailleurs que les exploitations agricoles qui exercent dans les régions de bonne pluviométrie (fortes potentialités agricoles) sont techniquement les plus efficaces. Ce résultat est conforme à celui de Savadogo et al. (2016) et peut s'expliquer par le fait que le maïs est une culture qui exige de bonnes conditions pluviométriques. Lorsque le producteur se situe dans une zone qui satisfait ces conditions, il aura une plus forte incitation à utiliser efficacement les facteurs de production car il a une certaine assurance que son investissement ne sera pas vain. Les résultats montrent aussi que l'accès au crédit agricole réduit significativement l'inefficacité technique des producteurs. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que l'accès au crédit agricole permet de résoudre la contrainte financière liée à l'achat des facteurs de production, et rend les producteurs techniquement efficaces. Savadogo et al. (2016) ont également obtenu un résultat similaire.

6.3. Résultats de l'estimation des scores d'efficacité technique

L'utilisation du modèle frontière stochastique de production permet également d'estimer les scores d'efficacité technique des producteurs de maïs. Ainsi, les résultats montrent que les producteurs de maïs du Burkina Faso ne sont pas techniquement efficaces. Le tableau 5 donne un résumé de l'estimation des scores d'efficacité technique. Le score moyen d'efficacité technique est de 57,40%, ce qui signifie qu'en moyenne la production obtenue par les producteurs correspond à 57,40% du meilleur niveau de production de la frontière. Le score maximum est de 91,41%, tandis que le score le plus faible est évalué à 2,89%. Ce résultat signifie que la production de maïs s'opère en dessous du niveau de la frontière d'efficacité, point où le processus de production serait à son niveau d'efficacité le plus élevé (score de 100%). Il existe donc une opportunité d'augmenter la production de maïs de 42,6% en moyenne sans utiliser de ressources supplémentaires. Ce résultat est proche de celui de Bempomaa et Acquah (2014) obtenu au Ghana.

Tableau 5 : Scores d'efficacité technique des producteurs de maïs

| Variable | Nombre d'observations | Moyenne | Ecart type | Min | Max |
|-------------------------|--------------------------|---------|------------|--------|--------|
| Efficacité technique | 3259 | 0,5740 | 0,1874 | 0,0289 | 0,9141 |

Source : Auteurs à partir des données de l'EPA 2017

7. Conclusion et implications de politiques agricoles

L'approche de la Frontière Stochastique de Production est utilisée dans cette recherche pour analyser l'effet de l'intensité de l'utilisation des outils mécaniques sur l'efficacité technique des producteurs de maïs au Burkina Faso. L'analyse statistique des données de ménages ruraux collectées en 2017 dans le cadre de l'Enquête Permanente Agricole du Ministère en charge de l'Agriculture du Burkina Faso, montre que le taux d'utilisation des outils à traction est plus faible pour les ménages dont la superficie totale emblavée en maïs est inférieure ou égale à 1 hectare. Par contre, les ménages dotés de grandes superficies de maïs (supérieure à 10 hectares) utilisent les outils à traction pour labourer la presque totalité de leur superficie emblavée. La question de la faible utilisation des outils à traction animale ou motorisée est donc pertinente pour les petites exploitations de maïs. Les résultats de l'estimation du modèle Frontière Stochastique de Production indiquent qu'il existe une relation non linéaire entre l'intensité de labour des parcelles de maïs à l'aide d'outils à traction animale ou motorisée et l'efficacité technique des producteurs. L'intensité d'utilisation des outils à traction animale ou motorisée augmente l'efficacité technique des producteurs et ceci à partir d'un niveau moyen de 40,28% de parcelles labourées par outils à traction.

Les résultats montrent également que les producteurs de maïs du Burkina Faso ne sont pas techniquement efficaces. En moyenne, la production obtenue par les ménages correspond à 57,40% du meilleur niveau de production de la frontière. Le niveau d'inefficacité technique des ménages

dirigés par les hommes est plus élevé que celui des ménages dirigés par les femmes. Les exploitations agricoles qui exercent dans les régions à fortes potentialités agricoles sont techniquement les plus efficaces. L'accès aux crédits agricoles réduit significativement l'inefficacité technique des producteurs. Par ailleurs, les résultats ont montré que les producteurs de maïs opèrent sous des rendements d'échelle croissants. La superficie, la quantité de semences, la quantité de NPK, d'urée et le nombre de litre d'herbicide sont les facteurs de production qui contribuent positivement et significativement à l'accroissement de la production de maïs. Les résultats obtenus permettent de tirer plusieurs implications en termes de politique agricole pour l'accroissement du niveau d'efficacité technique des producteurs de maïs. La promotion de la mécanisation de l'agriculture par emploi de traction animale ou motorisée doit cibler prioritairement les petites exploitations agricoles de moins d'un hectare. Cette politique ne doit pas se limiter à l'octroi d'outils à traction, mais elle doit prendre en compte la sensibilisation des producteurs à l'utilisation effective de ses outils sur l'ensemble de leurs parcelles. Les politiques agricoles doivent également favoriser l'accès des ménages au crédit agricole.

Références bibliographiques

Abdulai S., Nkegbe P. K., and Donkoh S. A., (2013), « Technical efficiency of maize production in Northern Ghana », *African Journal of Agricultural Research*, 8(43), 5251-5259.

Aigner D., Lovell C. K. and Schmidt P., (1977), « Formulation and estimation of stochastic frontier production function models », *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.

Battese G. E. and Coelli T. J., (1993) « A Stochastic Frontier Production Function Incorporating a model for technical inefficiency effects », *Working Papers in Econometric and Applied Statistics*(69).

Battese G. and Corra G., (1977), « Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia », *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169-179.

Bauer P. W., (1990), « Recent Developments in Econometrics Estimation of Frontiers », *Journal of Econometrics*, 39-56.

Bempomaa B. and Acquah H. D., (2014), « Technical efficiency analysis of maize production: evidence from Ghana », *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 8(2-3), 73–79.

Boserup E., (1965), « *The Conditions of Agricultural Growth: The economic of agrarian change under population pressure* », londre: New Brunswick, USA: Transaction Publishers.

Brossier J., (1989), « *Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole : quelques principes méthodologiques. dans Le risque en agriculture* », Paris: Eldin Michel (ed.), Milleville Pierre (ed.).

Charnes A., Cooper, W. W. and Rhodes, E., (1978), « Measuring the Efficiency of Decision Making Units », *European Journal of Operational Research*(2), 429-444.

Chemak F. and Dhehibi B., (2010), « Efficacité technique des exploitations en irrigué. Une approche paramétrique Versus non paramétrique », *NEW MEDIT N. 2*.

Chisango F. and Obi A., (2010), « Efficiency Effects Zimbabwe's Agricultural Mechanization and Fast Track Land Reform Programme: A Stochastic Frontier Approach », *3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa*.

Combary S. O. et 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(4), 61-82.

Daum T. and Birner R., (2020), « Agricultural mechanization in Africa: Myths, realities and an emerging research agenda », *Global Food Security*, 26.

Debreu G., (1951), « The Coefficient of Resource Utilization », *Econometrica*, 19(3), 273-292.

Diao X., Silver J. and Takeshima H., (2016), « Agricultural mechanization and agricultural transformation », *IFPRI discussion papers 1527, International Food Policy Research Institute (IFPRI)*.

FAO, (2006), « *Farm power and mechanization for small farms in sub-Saharan Africa* », *Agricultural and food engineering technical report 3*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FAO, (2016), « *La mécanisation agricole Un intrant essentiel pour les petits exploitants d'Afrique subsaharienne, Gestion intégrée des cultures Vol. 23* », Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, Rome.

Farrell M. J., (1957), « The Measurement of Productive Efficiency », *Journal of the Royal Statistical Society Series A (General)*, 120(3), 253-290.

Hayami Y. and Ruttan V. W., (1971), « Induced Innovation And Agricultural Development », *Staff Papers 13967, University of Minnesota, Department of Applied Economics*.

Hormozi M. A., Asoodar M. A. and Abdeshahi A., (2012), « Impact of mechanization on technical efficiency: A case study », *Procedia Economics and Finance, 1*, 176 -185.

INSD, (2015), « *Enquête multisectorielle continue (EMC) 2014, Caractéristique sociodémographique de la population* », Institut National de la Statistique et de la Démographie, Ministère de l'Économie, des Finances et du développement, Ouagadougou, Burkina Faso.

INSD, (2017), « *Annuaire Statistique 2016* », Institut National de la Statistique et de la Démographie, Ministère de l'Économie, des Finances et du développement, Ouagadougou, Burkina Faso.

Johansson H., (2005), « Technical, allocative, and economic efficiency in swedish dairy farms: the Data Envelopment Analysis versus the Stochastic Frontier Approach », *XI:th International Congress of the European Association of Agricultural Economists, Copenhagen Denmark*.

Kalirajan K. P., (1981), « An Econometric Analysis of Yield Variability in Paddy Production », *Canadian Journal of Agricultural Economics, 29* , 283-294.

Kibirige D., Raufu M. and Masuku M., (2014), « Efficiency Analysis of the Sub-Saharan African small-scale Agriculture: A Review of Literature on Technical Efficiency of Maize Production » *Journal of Agriculture and Veterinary Science, 7(12)*, 124-131.

Kirui O. K., (2019), « The Agricultural mechanization in Africa: micro-level analysis of state drivers and effects », *ZEF Discussion Papers on Development Policy No. 272, Center for Development Research, Bonn*, 56.

Koopmans T., (1951), « *Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. Activity Analysis of Production and Allocation* », Wiley New York and sons,.

Mango N., Makate C., Hanyani-Mlambo B., Siziba S. and Lundy M., (2015), « A stochastic frontier analysis of technical efficiency in smallholder maize production in Zimbabwe: The post-fast-track land reform outlook », *Cogent Economics & Financen*, 3.

MASA, (2013), « *Situation de référence des principales filières agricoles au Burkina Faso* » Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire, Ouagadougou, Burkina Faso.

Meeusen W. and Van Den Broeck J., (1977), « Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error », *International Economic Review*, 18, 435-444.

N'Gbo A. G., (1994), « Efficacité productive des scoop françaises, estimation et simulation à partir d'une frontière stochastique », *Revue Economique*, 45, 115-127.

Nuama E., (2006), « Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire », *Économie rurale*(296).

Ouedraogo B. I., Zahonogo P., Ouedraogo S., (2019), « Determinants of the Technical Efficiency of Maize Farmers in Burkina Faso », *Journal of Economics and Sustainable Development*, 10(14), 55-67.

Pingali P., (2007), « Agricultural Mechanization: Adoption Patterns and Economic Impact », *Handbook of Agricultural Economics*, 3, 2780-2805.

Pingali P., Bigot Y. and Binswanger H., (1987), « *Agricultural mechanization and the evolution of farming systems in Sub-Saharan Africa* », Baltimore:: Johns Hopkins University Press.

Pitt M. M. and Lee L., (1981), « The Measurement and Sources of Technical Efficiency in the Indonesian Weaving Industry », *Journal of Development Economics*, 9, 43-64.

PNDES, (2016), « *Plan National de Développement Economique et Social 2016-2020* », Ouagadougou, Burkina Faso.

Qing Y., Chen M., Sheng Y. and Huang J., (2019), « Mechanization services, farm productivity and institutional innovation in China », *China Agricultural Economic Review*, 11 (3), 536-554

Ruttan V. W., (1977), « Induced innovation and agricultural development », *Food Policy, Elsevier*, 2 (3), 196-216.

Savadogo K., Combarry O. S. et Akouwerabou D. B., (2016), « Impacts des services sociaux sur la productivité agricole au Burkina Faso : approche par la fonction distance output », *Mondes en développement*, 2(174), 153-167.

Savadogo K., Reardon T. and Pietola K., (1998), « Adoption of Improved Land Use Technologies to Increase Food Security in Burkina Faso: Relating Animal Traction, Productivity, and Non- Farm Income », *Agricultural Systems*, 58(3), 441-464.

Sims B. and Kienzle J., (2017), « Sustainable Agricultural Mechanization for Smallholders: What Is It and How Can We Implement It ? », *Agriculture*, 7 (50).

Taru V. B., Lamba C. and Jare N., (2012), « Economic efficiency of maize production in yola north local government area of Adamawa state, Nigeria », *Agro-Science Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*, 11(2), 1-8.

Toléba S. M., Biaou G., Zannou A. et Saïdou A., (2016), « Évaluation du niveau d'efficacité technique des systèmes de production a base de maïs au Bénin », *European Scientific Journal*, 12(27), 276-299.

Vitor D., Wongnaa C. A. and Aidoo R., (2016), « Resource use efficiency among maize farmers in Ghana » *Agriculture and Food Security*, 5(28), 1-10.

Vortia P., Nasrin M. and Bipasha S., (2019), « Extent of farm mechanization and technical efficiency of rice production in some selected areas of Bangladesh », *Geo Journal*. doi:DOI: <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10095-1>.