

Lwungili Justin BATIONO

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherches Economiques et Sociales (CEDRES), UFR/SEG. Université Thomas SANKARA. Email : batjust1@gmail.com

Effet de l'éducation sur la productivité agricole au Burkina Faso : Rôle de l'adoption des nouvelles technologies

Résumé : Cet article analyse les effets de l'éducation sur la productivité de maïs par le canal de l'adoption de technologies agricoles au Burkina Faso. En utilisant un modèle de régression à commutation endogène, l'étude a trouvé qu'un niveau minimum d'éducation et l'encadrement agricole influencent significativement l'adoption de semences améliorées de maïs et donc la productivité agricole des adoptants. Ainsi, les résultats soutiennent l'hypothèse de Schultz selon laquelle l'éducation améliore la productivité agricole par le canal de l'adoption des technologies agricoles. L'étude suggère que le programme des champs-écoles pour agriculteurs doit être mis en œuvre avec un réseau de vulgarisation fort pour une diffusion plus large de la technologie. Des politiques et programmes visant à améliorer la productivité agricole devraient mettre l'accent sur ces formes éducation à l'application de diverses technologies agricoles.

Mots clés : Education - Adoption de technologies - Productivité agricole.

Effect of education on agricultural productivity in Burkina Faso : The role of new technology adoption

Abstract : *This paper analyzes the effects of education on maize productivity through the adoption of agricultural technologies in Burkina Faso. Using an endogenous switching regression model, the study found that a minimum level of education and agricultural supervision significantly influence the adoption of improved maize seed and thus the agricultural productivity of adopters. Thus, the results support Schultz's hypothesis that education improves agricultural productivity through the adoption of agricultural technologies. The study suggests that the farmer field school program needs to be implemented with a strong extension network for wider dissemination of the technology. Policies and programs to improve agricultural productivity should emphasize these forms of education in the application of various agricultural technologies.*

Keywords : *Education - Technology adoption - Agricultural productivity*

J.E.L. Classification : *I25 – J24 - Q12 - O47.*

Received for publication: 20211012

Final revision accepted for publication: 20221218

1. Introduction

Dans la littérature, l'analyse des déterminants de la productivité peut trouver un fondement dans les modèles de croissance néoclassique. En effet, les facteurs tels que l'éducation et l'adoption des technologies agricoles sont susceptibles d'expliquer la productivité d'une économie. Tandis que les travaux de Becker (1962) mettent l'accent sur l'éducation, ceux de Roger (2003) retiennent l'adoption des nouvelles technologies comme le facteur déterminant de la productivité agricole. Parallèlement, Schultz (1975) montre que l'éducation peut agir sur la productivité par le canal de l'adoption des technologies agricoles.

L'éducation peut améliorer directement la productivité agricole en améliorant la qualité de la main-d'œuvre, en augmentant la capacité de s'adapter aux déséquilibres par son effet sur l'adoption des technologies agricoles et dans un environnement technologique ou économique en évolution rapide (Schultz, 1964, 1975). Dans ce contexte, l'adoption des nouvelles technologies agricoles est une option pouvant permettre le développement du secteur agricole, réduire la pauvreté et renforcer la sécurité alimentaire en milieu rural dans les pays en développement où la majeure partie de la population vit de l'agriculture (Feder et al., 1988).

Au Burkina Faso, 43,7% de personnes vivent avec moins de 1,90 dollars par jour (Banque mondiale 2019). Cette pauvreté, essentiellement agricole, s'expliquerait par le manque d'incitations économiques. En effet, il faut relever que le Burkina Faso a une insuffisance de dotation en capital humain avec un taux national d'alphabétisation de 34,5%. Ce taux est trois fois plus élevé en milieu urbain (64,0%) qu'en milieu rural (23,4%) (Banque mondiale, 2019). Il ressort du rapport de l'INSD (2021) que la proportion de la population de 25 ans et plus, ayant fréquenté une école formelle est de 23,6%. Cette proportion est cinq fois plus élevée en milieu urbain (54,0%) qu'en milieu rural (10,0%). C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente recherche intitulée « Effet de l'éducation sur la productivité agricole au Burkina Faso : Rôle de l'adoption des nouvelles technologies ». L'objectif de ce papier est d'analyser l'effet de l'éducation sur la productivité agricole du maïs par le canal de l'adoption des technologies agricoles au Burkina Faso.

La culture du maïs qui nous intéresse dans cet article est l'une des cultures à plus forte valeur ajoutée par hectare au Burkina Faso (MAFAP, 2013). Elle est pratiquée par 78,6 % des ménages agricoles et occupe aujourd'hui la deuxième place en termes de production céréalière avec une production estimée à 1 602 525 tonnes au cours de la campagne agricole 2016/2017 (INSD, 2015). Quant à sa part dans l'alimentation, elle est estimée à 16% (MASA, 2013). Vu l'importance de cette culture, les autorités publiques ont entrepris des actions pour développer la filière dans le but d'améliorer la sécurité alimentaire des populations rurales. Une des actions est l'accroissement du taux d'encadrement des producteurs agricoles. En effet, selon le Ministère en charge de l'agriculture, la proportion des ménages agricoles ayant bénéficié d'un encadrement ou d'un appui-conseil a évolué de façon strictement croissante sur la période 2010-2019 en partant de 7% en 2010 à 44% en 2019. Cette hausse fulgurante est mise à l'actif de l'Etat qui a équipé les Directions régionales en charge de l'agriculture en matériel roulant

notamment 686 motos et 11 autres véhicules (MAAH, 2020). Une autre action est l'adoption de semences de maïs à haut potentiel de rendement (variété Bondofa), afin de réduire l'effet des aléas climatiques.

Ce papier évalue la contribution des formes d'éducation formelle et non formelle sur la productivité du maïs par le canal de l'adoption des semences améliorées et la plus déterminante dans l'accroissement de la productivité du maïs. Eu égard aux avantages que présente l'éducation, améliorer l'accès aux ménages ruraux aux différentes formations agricoles (services de vulgarisation) est susceptible d'accroître leur productivité par l'adoption des nouvelles techniques de production. L'amélioration des stratégies de mise en œuvre des programmes et/ou projets peut favoriser aussi bien l'autonomisation ménages agricoles que leur inclusion financière.

La suite de l'article est structurée en trois sections. La première section fait le point de la littérature sur la relation entre éducation et productivité agricole. La seconde section présente la démarche méthodologique utilisée pour analyser cette relation. La troisième discute les résultats obtenus.

2. Revue de littérature sur la relation entre l'éducation et la productivité agricole

Une amélioration du capital humain agricole grâce à l'éducation (formelle et/ou non formelle) des agriculteurs est nécessaire pour améliorer la productivité agricole (Korgitet, 2019). Afin d'accroître la productivité agricole, les agriculteurs ont besoin de connaissances et de compétences dans la production agricole. De plus, il est préférable pour les agriculteurs d'utiliser des technologies agricoles améliorées dans le processus de production. Dans cette optique, l'éducation peut jouer un rôle important en fournissant aux agriculteurs des compétences et connaissances sur le processus de production. En effet, l'éducation améliore les capacités des agriculteurs à adopter de nouvelles technologies agricoles. L'éducation impacte les techniques de production par un accroissement de la productivité du travail, entraînant une hausse de revenus des producteurs et par conséquent une réduction de la pauvreté. A cet effet, l'accumulation du savoir-faire en technologie agricole est déterminée par la formation de l'agriculteur qui l'adopte. Les agriculteurs augmentent cependant leur potentiel de productivité en développant et en affinant leur capacité grâce à l'éducation. Plus les agriculteurs en savent sur la technologie agricole, plus le gain de productivité est précieux (Radcliffe, 2018).

Sur le plan empirique, plusieurs travaux mettent en lumière l'effet positif de l'éducation sur la productivité agricole (Paltasingh et Goyari, 2018 ; Alene et Manyong, 2007 ; Abdulai et Huffman, 2014). Les travaux de Paltasingh et Goyari (2018) en Inde font ressortir que le nombre d'années d'éducation du chef de ménage permet une amélioration de la probabilité d'adoption des nouvelles technologies agricoles qui stimulent la productivité agricole. Les auteurs concluent à un effet positif et significatif de l'éducation sur la productivité des agriculteurs qui ont adopté des technologies agricoles. Alene et Manyong (2007) ont révélé que l'éducation des agriculteurs agit positivement sur la productivité agricole au Nigeria. En évaluant l'effet de l'éducation sur la productivité agricole par le canal de l'adoption de la technologie agricole, ces

auteurs montrent que l'éducation et les contacts avec des services de vulgarisation améliorent la productivité agricole des producteurs qui ont adopté des nouvelles technologies. Ces auteurs concluent au Nigeria que l'éducation des agriculteurs améliore non seulement la productivité agricole après l'adoption de la technologie agricole, mais favorise également l'adoption elle-même.

Au Ghana, Abdulai et Huffman (2014) indiquent une influence positive et significative de l'éducation et les contacts avec les services de vulgarisation non seulement sur la probabilité d'adoption de la nouvelle technologie, mais aussi sur les rendements et les revenus des riziculteurs. Des résultats similaires ont été obtenus par Owens et al. (2001) ainsi que par Bindlish et Evenson (1997) respectivement au Zimbabwe, au Kenya et au Burkina Faso. En Tanzanie, Msuya et al. (2008) montrent que le niveau d'éducation des agriculteurs, l'accès aux services de vulgarisation et la capacité à copier de nouvelles technologies agricoles sont les facteurs qui provoquent des variations de productivité agricole parmi les petits producteurs de maïs. Ces résultats positifs sont en phase avec l'hypothèse de Schultz (1975) qui indique que l'éducation améliore la productivité des producteurs qui évoluent dans un environnement modernisé. Cependant, cette relation n'est pas toujours vérifiée et cela soulève également la question de l'effet réel de l'éducation des agriculteurs sur la productivité agricole.

L'effet classique positif de l'éducation sur la productivité agricole n'a été toujours vérifié que pour des travaux réalisés en dehors de l'Afrique car les résultats empiriques obtenus dans cette partie du monde se sont révélés mitigés (Murhi et al., 2018 ; Appleton, 2002 ; Philips, 1994). Nombreuses analyses effectuées en Afrique font ressortir un effet non significatif du niveau d'instruction sur la productivité agricole (Murhi et al., 2018). Murhi et al. (2018) observent en République Démocratique du Congo (RDC) que lorsque le niveau d'éducation des agriculteurs augmente d'une année, la productivité agricole diminue de 4,5%. Les auteurs expliquent ce résultat controversé par l'abandon de l'agriculture par les personnes plus instruites. La plupart des personnes quittent le secteur agricole lorsqu'elles atteignent un niveau d'éducation plus élevé. De plus, les auteurs ajoutent que leur échantillon d'analyse était dominé par des agriculteurs instruits.

Jones et al. (2017) analysent la relation entre l'éducation des agriculteurs et les rendements des semences améliorées de maïs dans les pays en développement. Les résultats indiquent que l'éducation formelle et l'expérience agricole sont négativement et significativement associées aux rendements des semences améliorées de maïs. Ils montrent que chaque année d'éducation formelle et d'expérience agricole réduisent respectivement de 5 et 1,5 points de pourcentage, les rendements de maïs amélioré. Les auteurs observent également que la formation technique (lutte antiparasitaire) n'a pas d'effet significatif sur les rendements de maïs amélioré. Jones et al. (2017) concluent que dans les pays en développement, les agriculteurs qui possèdent un faible niveau d'éducation formelle et non formelle augmentent leur rendement en utilisant des technologies agricoles améliorées.

3. Méthodologie d'analyse de l'effet de l'éducation sur la productivité agricole

Cette section est consacrée à la présentation des modèles théorique et empirique utilisés pour l'analyse de l'effet de l'éducation des agriculteurs sur la productivité agricole à travers l'adoption de la technologie. Elle expose également les différentes variables utilisées pour l'analyse.

3.1. Fondements théoriques du modèle de régression à commutation endogène

Etant donné que l'objectif de cet article est d'analyser l'effet de l'éducation sur la productivité agricole par le canal de l'adoption de technologies agricoles, l'approche de régression à commutation endogène est utilisée à cet effet. L'approche de régression à commutation endogène a été développée par Lee (1982) comme une généralisation de l'approche de correction de la sélection de Heckman (1979). Le modèle de régression à commutation endogène prend en compte la sélection sur les facteurs non-observables en traitant la sélectivité comme un problème de variable omise. Contrairement au modèle de Heckman (1979), les résultats des exploitations agricoles tels que les rendements et les revenus agricoles nets peuvent être observés pour l'ensemble de l'échantillon des adoptants et des non-adoptants (Abdulai et Huffman, 2014 ; Lee, 1982).

L'avantage d'utiliser une telle approche est qu'elle permet prendre en compte trois types problèmes économétriques : (i) l'endogénéité due aux hétérogénéités omises, (ii) celle due à des variables explicatives qui peuvent être endogènes du fait des erreurs de mesure, (iii) du fait de leur corrélation avec la perturbation de l'équation où elles interviennent (le biais de sélection de l'échantillon) (Paltasingh et Goyari, 2018 ; Asfaw et al., 2012 ; Alene et Manyong, 2007).

3.2. Spécification empirique du modèle de régression par commutation endogène

La spécification de ce modèle suit les développements de Alene et Manyong (2007) ainsi que Asfaw et al. (2012). Le comportement de l'agriculteur peut être modélisé dans le cadre de la maximisation de l'utilité attendue, qui est fonction du bénéfice attendu (Paltasingh et Goyari, 2018 ; Asfaw et al., 2012). Un agriculteur décide d'adopter une technologie agricole lorsqu'il prédit une différence positive entre les avantages nets marginaux d'adoption de la technologie et de sa situation de non adoption de cette même technologie. Soit A^* cette différence de sorte $A^* > 0$ corresponde à un bénéfice net de l'adoption de la technologie supérieur à celui de la non-adoption de la technologie, et c'est à condition que l'agriculteur décide d'adopter la technologie agricole. Cependant, A^* n'est pas observable ; ce qui est observé est A , qui représente le comportement observé de l'agriculteur concernant l'adoption de la technologie agricole. Cette relation peut être exprimée en fonction de facteurs observables, comme suit :

$$A_i^* = \beta Z_i + u_i \quad \text{et} \quad A_i = \begin{cases} 1 & \text{si } A_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } A_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

L'équation (1) représente un modèle Probit d'adoption de technologies agricoles, où A est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'agriculteur adopte les semences améliorées dans la production du maïs et 0 sinon ; Z est un vecteur de variables exogènes comprenant des caractéristiques spécifiques du ménage, de l'exploitation et de la

technologie agricoles ; β est un vecteur de paramètres inconnus à estimer et u est le terme d'erreur aléatoire qui a pour moyenne nulle et variance σ^2 . La procédure d'estimation du maximum de vraisemblance est utilisée pour dériver le vecteur de paramètres β du modèle Probit.

L'adoption de technologies agricoles affecte généralement la productivité agricole. Pour cela, le comportement de producteurs agricoles est modélisé en postulant une fonction de production mettant en relation la productivité agricole (Y) et un vecteur d'intrants conventionnels et non conventionnels (X). Dans l'approche de régression par commutation endogène, la productivité agricole (Y) étant conditionnelle au statut d'adoption des semences améliorées, nous utilisons deux fonctions de production distinctes pour les adoptants et les non-adoptants comme suit :

$$Y_{1i} = \alpha_1 X_{1i} + v_{1i} \quad \text{si } A_i = 1 \quad (2)$$

$$Y_{0i} = \alpha_0 X_{0i} + v_{0i} \quad \text{si } A_i = 0$$

Les variables Y_1 et Y_0 sont respectivement la productivité agricole (rendements de maïs) avec l'adoption semences améliorées et semences locales. Pour un agriculteur donné, Y_1 ou Y_0 est réellement observable selon la valeur prise par l'équation de sélection (relation 1). Les estimations produites par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) des vecteurs de paramètres β_1 et β_0 sont par conséquent inefficaces car elles souffrent d'un biais de sélection d'échantillon. Dans ce contexte, les termes d'erreurs (v_1 et v_0) dans la relation (2), conditionnelles à l'équation de sélection d'échantillon, ont des valeurs attendues non nulles (Lee et Trost, 1978 ; Maddala, 1983).

Les équations de résultats définies dans la relation (2) ne sont pas observables simultanément. Ceci implique que la covariance entre v_1 et v_0 n'est pas spécifiée (Maddala, 1983). Toutefois, la procédure d'estimation du maximum de vraisemblance à informations complètes est considérée comme la plus efficace pour estimer le modèle de régression à commutation endogène (Asfaw et al., 2012 ; Di Falco et al., 2011 ; Lokshin et Sajaia 2004). Cette méthode estime simultanément l'équation de sélection (modèle Probit) et les fonctions de productivité agricole pour donner des erreurs types cohérentes. Etant donné l'hypothèse d'une distribution normale trivariée pour les termes d'erreurs, la fonction de vraisemblance logarithmique pour le système d'équation (1) et (2) peut être exprimée (Lokshin et Sajaia, 2004), comme suit :

$$\begin{aligned} \ln L = \sum_{i=1}^N A_i \left[\ln \phi \left(\frac{v_{1i}}{\sigma_{v_1}} \right) - \ln \sigma_{v_1} + \ln \Phi(\phi_{1i}) \right] \\ + (1 - A_i) \left[\ln \phi \left(\frac{v_{0i}}{\sigma_{v_0}} \right) - \ln (1 - \Phi(\phi_{0i})) \right] \end{aligned} \quad (3)$$

3.3. Présentation des données utilisées

Les données utilisées dans ce papier sont des données de ménages ruraux issues de l'Enquête permanente agricole (EPA) du Ministère en charge de l'agriculture. Les données de la campagne agricole 2016-2017 ont été utilisées pour l'analyse de l'effet de l'éducation sur la productivité agricole à travers l'adoption des semences améliorées. L'EPA est une enquête par sondage de portée nationale, qui couvre toutes les régions du pays et peut être considérée comme représentative avec des populations cibles. Cette enquête permanente vise principalement à estimer les productions des provinces et du pays pour chaque culture. Elle permet également de faire des prévisions de récoltes céréalières afin d'établir un bilan céréalier prévisionnel, de faire des estimations de stocks résiduels paysans, de suivre l'évolution du paradigme sécurité alimentaire, et d'évaluer les performances du secteur agricole. Pour les besoins de ce travail, nous n'avons pris en compte que les ménages producteurs de maïs dans les zones rurales, soit un échantillon de 810 ménages.

3.4. Présentation des variables utilisées dans l'analyse et leur effet attendu sur la productivité agricole

Les variables dépendantes du modèle sont l'adoption des semences améliorées de maïs et la productivité de maïs. Lorsque l'on considère des cultures précises telles que le maïs, la productivité est souvent mesurée en volume par la production agricole ou le rendement agricole par hectare (Darko et al., 2018) qui est le rapport entre le volume de la production et la superficie cultivée. C'est ce proxy que nous utilisons dans cet article ; c'est-à-dire la valeur de la production agricole des céréales par hectare de terre cultivée (Savadogo et al., 2016 ; Loaba et al., 2021). Le tableau 1 présente les variables utilisées dans l'estimation.

Tableau 1 : Définition des variables utilisées pour l'estimation

Variable	Définition
Adoption	1 si l'agriculteur adopte des semences améliorées et 0 sinon
Variable de résultat	
Rendement	Log de la production agricole du maïs par hectare
Variable de contrôle	
Actifs Agricoles	Nombre d'actifs dans le ménage
Expérience	Nombre d'années d'expérience du chef de ménage agricole
Sécurisation foncière	1 si l'agriculteur est propriétaire de la parcelle et 0 sinon
Superficie	Superficie emblavée pour la culture du maïs en hectare
Capital Social	Si l'agriculteur appartient à une organisation paysanne et 0 sinon
Herbicides	Nombre de litres par hectare (l/ha)
Fumure Organique	Quantité de la fumure organique par hectare (kg/ha)
Engrais chimiques	Quantité d'engrais chimiques par hectare (kg/ha)
Crédit agricole	1 si l'agriculteur a bénéficié du crédit agricole et 0 sinon
Variables d'intérêt	
Alphabétisation Primaire	Proportion des adultes alphabétisés dans le ménage agricole
Secondaire	Proportion des adultes ayant le niveau primaire dans le ménage
Formation Agricole	Proportion des adultes ayant le niveau secondaire dans le ménage
	1 si l'agriculteur a bénéficié d'un encadrement agricole et 0 sinon

Source : Construction des auteurs, données de l'EPA 2016-2017

4. Présentation et analyse des résultats économétriques

Dans cette partie, les statistiques descriptives sur les rendements de maïs et les caractéristiques socio-économiques selon le statut d'adoption de semences améliorées sont d'abord présentées. Les résultats obtenus du modèle de régression par commutation endogène sont ensuite présentés et discutés.

4.1. Analyse descriptive des producteurs de maïs

Le tableau 2 fait ressortir les caractéristiques socio-démographiques et institutionnelles des agriculteurs de l'échantillon d'analyse. L'analyse des résultats de ce tableau indique des taux d'adoption de semences améliorées de maïs de 48,76%. Ces résultats sont conformes à ceux de CORAF (2018), qui estime que les taux d'adoption réels d'au moins d'une variété améliorée de céréales au Bénin, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et au Mali, varient entre 40 et 92% avec des écarts d'adoption compris entre 3 et 38%.

Tableau 2 : Analyse descriptive des variables utilisées dans le modèle

Variables	Minimum	Moyenne	Ecart-type	Maximum
Variables Quantitatives				
Rendement de maïs en kg/ha	32,05	563,24	338,01	2051,14
Main-d'œuvre familiale (nombre d'actifs dans le ménage)	1	4	2	24
Engrais chimiques (kg/ha)	0	82,41	455,75	5858,35
Fumure Organique (kg/ha)	0	449,14	1211,82	12999,05
Herbicides (litres par hectare)	0	82,64	201,53	3056,85
Age du chef de ménage (en années)	18	49	13	87
Alphabétisation (en proportion)	0	0,120	0,219	1
Primaire (en proportion)	0	0,389	0,309	1
Secondaire et plus (en proportion)	0	0,096	0,176	1
Superficie maïs (ha)	0,23	1,55	1,44	16,53
Variables qualitatives				
			<u>Proportion</u>	
Adoption de semences améliorées (1 si oui)		0,487	-	
Encadrement Agricole (1 oui)		0,695	-	
Capital Social (1 si oui)		0,665	-	
Crédit agricole (1 si oui)		0,518	-	
Sécurisation foncière (1 si propriétaire)		0,596	-	
Observations		810		

Source : construction des auteurs, données de l'EPA 2016-2017

Le rendement moyen par hectare de la production maïs est très faible. En effet, le rendement moyen par hectare du maïs est estimé à 563,24 kg. Les données montrent cependant que les agriculteurs qui adoptent des semences améliorées de maïs, ont un rendement moyen plus élevé par rapport aux non-adoptants. Le rendement moyen des adoptants estimé à 739,81 kg contre 395,17 kg pour les non-adoptants.

La faiblesse du niveau d'éducation se traduit par le fait que seul 12,01% des membres adultes des ménages producteurs de maïs savent lire et écrire. L'analyse des statistiques descriptives indique que la proportion moyenne des membres adultes des ménages agricoles ayant bénéficié d'une éducation formelle est environ 53,17%. Par ailleurs, environ 69,51% des producteurs de céréales ont déclaré avoir bénéficié d'un encadrement agricole.

Les analyses descriptives de la production de maïs ont montré que le niveau de production reste encore faible pour relever le défi de la sécurité alimentaire. Les rendements agricoles déclarés sont largement inférieurs au potentiel des variétés générées par la recherche. Il a été montré que les ménages agricoles qui utilisent des semences améliorées ont en général des rendements plus élevés. Toutefois, ce surplus ne peut être attribué à l'adoption des semences améliorées sans la prise en compte d'autres facteurs à la fois l'adoption et les rendements. Ainsi, les ménages agricoles dont leur chef a bénéficié d'un encadrement agricole et les ménage qui possède des membres adultes ayant reçu une éducation formelle sont ceux qui adoptent des semences améliorées et génèrent des rendements plus élevés. Une tendance positive semble se dégager entre éducation et productivité de maïs des adoptants de semences améliorées.

Il est alors important d'approfondir ces analyses statistiques par des estimations économétriques qui nous permettent d'identifier les facteurs qui déterminent la productivité du maïs mais aussi leur contribution relative à l'explication de la différence entre les adoptants et les non-adoptants des semences améliorées.

4.2. Discussion des résultats d'estimation

Cette section présente dans un premier temps les résultats de l'estimation de l'effet de l'éducation sur l'adoption de semences améliorées. Dans un second temps, les résultats économétriques de l'effet de l'éducation sur la productivité de maïs sont discutés.

4.2.1. Contribution des différents facteurs à l'adoption des semences améliorées de maïs

Le tableau 3 présente les résultats de l'estimation des déterminants de l'adoption des semences améliorées dans la production du maïs. Le test du ratio de vraisemblance pour l'indépendance conjointe des trois équations est statistiquement significatif. Le résultat de ce test implique que la spécification du modèle s'adapte bien à l'ensemble des données observées. La significativité du test de ratio de vraisemblance révèle une dépendance entre l'équation de sélection et celles des résultats ; ce qui signifie que les estimations sont non seulement adéquatement effectuées mais aussi que l'effet de l'éducation est bien capté.

Tableau 3 : Effet des formes d'éducation sur la probabilité d'adoption des semences améliorées

Variables	Estimation		Effets marginaux	
	Coefficient	Ecart-type	Coefficient	Ecart type
Age du Chef de ménage	-0,0004	0,003	-0,0002	0,0012
Main-d'œuvre familiale	-0,0002	0.001	-8,16e-05	0,0004
Engrais Chimiques	-0,127**	0,053	-0,0497**	0,0207
Fumure Organique	0,177*	0,0959	0,0688*	0,0371
Herbicides	0,0573	0,0491	0,0224	0,0192
Alphabétisation	1,413***	0,247	0,553***	0,0963
Primaire	0,240*	0,140	0,0938*	0,0548
Secondaire	0,320**	0,152	0,125**	0,0597
Encadrement Agricole	0,183**	0,0932	0,0715**	0,0364
Capital social	0,153*	0,0921	0,0605*	0,0360
Superficie céréales	0,0406	0,0270	0,0159	0,0106
Crédit agricole	-0,199**	0,0991	-0,0774**	0,0380
Sécurisation foncière	0,0306	0,0972	0,0120	0,0381
Constant	0,106	0,397		
Log likelihood	-1322,5702, Wald		-1322,5055 ; Wald	
Probabilité	chi2(9)=130,13		chi(10)=129,99	
Observations	<i>Pr o b > chi2 = 0,0000</i>		<i>Pr o b > chi2 = 0,0000</i>	
	810		810	

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

Source : Auteurs à partir des données de l'EPA 2016-2017

Quant aux variables d'intérêt, il ressort que l'encadrement des agriculteurs, l'alphabétisation des membres adultes, l'éducation primaire et secondaire ont un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption des semences améliorées dans la production du maïs au Burkina Faso. L'effet de l'encadrement agricole s'explique par le fait que les séances d'encadrement permettent aux producteurs de mieux s'informer sur les nouvelles technologies disponibles ainsi que leur nature ; ce qui influence en retour la décision d'adoption. L'encadrement agricole, en même temps qu'il permet d'exposer les effets bénéfiques inhérents aux semences améliorées, constitue aussi un moyen d'outiller davantage les producteurs sur les nouvelles pratiques associées à leur adoption.

L'analyse des effets marginaux indique que l'alphabétisation des adultes augmente la probabilité d'adopter les semences améliorées de 55,3%. Ces résultats suggèrent que les actions qui visent les ruraux soient spécifiques à travers l'intensification et l'amélioration de programmes d'alphabétisation et des services de vulgarisation agricole adaptés aux techniques et pratiques agricoles dans les zones rurales. Ces programmes et services devraient aussi être adaptés aux besoins et aux contraintes spécifiques. L'encadrement agricole et l'alphabétisation des adultes pourraient se dérouler en langue locale. Ces résultats sont conformes aux travaux de Faye-Mané (2017) au Sénégal et Timu et al. (2014) au Kenya.

Quant aux variables éducation primaire et l'enseignement secondaire, à travers ces canaux, le producteur est informé des nouvelles variétés de semences générées par la recherche agricole. L'alphabétisation des adultes et l'éducation formelle sont des variables qui réduisent le coût de l'information afin d'encourager l'adoption des technologies agricoles. Ces résultats sont conformes aux de Hassan et al. (2018) qui ont montré que l'éducation formelle du chef de ménage améliore la probabilité d'adoption des variétés améliorées de maïs au Ghana. Même si certains travaux ne trouvent pas de relations significatives entre l'éducation formelle et la probabilité d'adoption des nouvelles technologies (Knowler et Bradshaw, 2007), on peut considérer que les agriculteurs les plus instruits disposent de plus d'informations leur permettant de mieux évaluer la technologie et ainsi de limiter leur niveau d'incertitude.

Au-delà des différentes composantes de l'éducation, d'autres facteurs tels que l'appartenance à une organisation paysanne, l'accès à la fumure organique augmentent la probabilité d'adoption des semences améliorées. En effet, l'appartenance aux organisations paysannes, proxy du capital social est une stratégie de contournement des imperfections de marché. Au sein de ces associations, les paysans bénéficient en effet de toute une gamme de services qui améliorent leur accès aux ressources, leur mode de gestion, leur accès à l'information et aux nouvelles technologies agricoles nécessaires à l'augmentation de la production (Abebaw et Haile 2013).

Il ressort également que l'utilisation de la fumure organique entraîne un accroissement de la probabilité d'adopter les semences améliorées de maïs. Ces résultats montrent clairement que l'adoption d'une autre composante du package technologique augmente les chances que les ménages agricoles adoptent la composante essentielle du package (les semences améliorées). Les intrants en l'occurrence la fumure organique est une composante du paquet technologique utilisé en agriculture. De ce fait, l'utilisation de la fumure organique améliore ainsi la probabilité d'adoption des semences améliorées.

Cependant, certaines variables de contrôle affectent négativement les décisions d'adoption des semences améliorées de maïs. Il s'agit de l'accès au crédit agricole et l'utilisation des engrais chimiques. En effet, la contribution du crédit agricole à l'accroissement de la probabilité d'adoption des semences améliorées s'est trouvée être négative et significative. Les explications pouvant être données à ce résultat sont diverses. La mise en œuvre de nouvelles technologies peut entraîner de nouveaux investissements qui peuvent être en partie irrécouvrables. Les contraintes de liquidité chez les agriculteurs pourraient avoir un effet déterminant dans l'acceptation d'une

nouvelle technologie. Des travaux similaires au Kenya ont montré que certains agriculteurs ont tendance à renvoyer au futur les décisions d'achat d'engrais pour leurs cultures (Duflo et al., 2011), ce qui en fin de compte réduit le taux d'adoption en raison des contraintes de liquidité. On trouve ici que les contraintes de liquidité, dont font face les agriculteurs en période hors récoltes, affectent négativement le taux d'adoption des technologies agricoles. Ces résultats montrent qu'on pourrait faciliter la diffusion et l'usage des nouvelles technologies agricoles en assouplissant les contraintes de liquidité chez les agriculteurs.

4.2.2. Résultats de l'effet des formes d'éducation sur la productivité agricole

Le tableau 4 présente les résultats de la deuxième étape du modèle de régression par commutation endogène. Les coefficients de corrélation estimés entre les erreurs aléatoires de l'équation de sélection et celles des équations de rendements sont indiqués dans les tableaux 5. Un coefficient de corrélation statistiquement significatif suggère que des facteurs observables et non observables influencent les décisions d'adoption de la technologie agricole. Par ailleurs, les signes alternatifs des deux coefficients de corrélation (Rho_1 et Rho_0) suggèrent que les producteurs adoptent des semences améliorées de maïs sur la base de leurs avantages comparatifs. Ceci signifie que les producteurs de maïs qui ont adopté de semences améliorées ont des rendements supérieurs à la moyenne après l'adoption, ceux qui n'ont pas choisi d'adopter ont des rendements supérieurs à la moyenne après la non-adoption (Alene et Manyong, 2007 ; Paltasingh et Goyari, 2018 ; Bidzakin et al., 2019). La significativité du coefficient de corrélation (ρ_1) entre l'équation d'adoption et la fonction de productivité pour les adoptants indique que l'auto-sélection s'est produite lors de l'adoption de variétés améliorées de céréales. A cet effet, l'adoption des semences améliorées peut ne pas avoir le même effet sur les rendements des non-adoptants s'ils choisissent de les adopter (Abdulai et Huffman, 2014 ; Lokshin et Sajaia, 2004).

La contribution de l'éducation non formelle, dont l'alphabétisation des adultes et l'encadrement agricole, à l'explication de la productivité agricole se sont trouvées être significatives. Par ailleurs l'encadrement agricole améliore la productivité du maïs quelle que soit la technologie utilisée, alors que l'alphabétisation augmente la productivité agricole des non-adoptants des semences améliorées. Ces résultats montrent que l'alphabétisation n'est pas une variable pertinente pour la modernisation de l'agriculture. Ceci que les paysans alphabétisés qui n'ont pas les moyens nécessaires pour changer les techniques de production sont plus productifs avec les techniques moins complexes telles que les pratiques traditionnelles. C'est pourquoi les politiques d'éducation doivent s'accompagner par des politiques d'équipement des paysans ou de transmission de techniques de plus modernes afin d'accroître les rendements agricoles. Bien que l'encadrement agricole ait une part plus importante dans la culture du maïs, tant pour les adoptants que pour les non-adoptants de la technologie agricole, elle est plus importante chez les utilisateurs de variétés améliorées que chez les agriculteurs qui utilisent des variétés traditionnelles. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Abdulai et Huffman (2014) au Ghana. Ces résultats significatifs traduisent en général le fait que l'encadrement agricole des paysans est porté à la fois sur des technologies agricoles améliorées et non améliorées afin que les agriculteurs cultivant des variétés

traditionnelles puissent bénéficier de conseils techniques sur les pratiques endogènes de gestion innovantes telles que la conservation des eaux et des sols.

Tableau 4 : Résultats d'estimation des formes d'éducation sur la productivité agricole

Variables	Adoptants		Non-adoptants	
	Coefficient	Ecart-type	Coefficient	Ecart-type
Actifs agricole	0,0135	0,0119	0,0348**	0,0146
Engrais chimiques	0,174***	0,0437	0,280***	0,0559
Fumure Organique	0,383***	0,0779	0,258***	0,0995
Herbicides	0,195***	0,0345	0,198***	0,0481
Age du Chef de Ménage	0,0002	0,0025	0,00154	0,0032
Alphabétisation	0,0964	0,177	0,730**	0,285
Primaire	0,258**	0,108	0,226	0,143
Secondaire	0,227	0,193	0,176	0,245
Formation Agricole	0,231***	0,0781	0,205*	0,109
Capital social	0,119*	0,0707	0,114	0,104
Constant	4,491***	0,308	4,995***	0,311
Rho_1(ρ_1)	-0,8516***	0,0535		
Rho_0(ρ_0)			0,1271	0,1341
Log likelihood	-1322,5055 ; Wald chi2 (10)=129,99			
Prob	<i>Pr o b > chi2</i> = 0,0000			
LR test indep. Eqns.	Chi2(2) =17,34 ; <i>Pr o b > chi2</i> = 0,0002			
Observations	810			

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

Source : Estimations des auteurs, données de l'EPA, 2016-2017

Quant à l'éducation primaire, elle améliore la productivité agricole des producteurs qui ont adopté des semences améliorées dans la production du maïs. Ces résultats suggèrent que les ménages qui ont des adultes ayant reçu une éducation primaire ont considérablement amélioré leurs capacités et leurs compétences agricoles permettant d'obtenir des niveaux de rendements les plus élevés possibles. Des résultats similaires ont été obtenus par Paltasingh et Goyari (2018). Ces auteurs ont montré que l'éducation formelle a un effet positif et significatif sur la productivité agricole dans le cadre des nouvelles technologies agricoles en Inde.

Il ressort que certaines variables de contrôle telles que les engrais chimiques, la fumure organique et les herbicides ont un effet positif et significatif sur la productivité du maïs quelle qu'en soit la technologie utilisée. Ces facteurs de production servent

principalement à améliorer la qualité du sol et à augmenter la productivité agricole. Ces résultats suggèrent que l'utilisation de ces fertilisants est susceptible de contribuer à l'amélioration de la productivité agricole même si le producteur n'a pas adopté des semences améliorées.

Selon la littérature, le capital social, dont l'appartenance à une organisation d'intérêt économique est une composante, a un effet positif sur la productivité agricole. Il ressort des résultats que le capital social a un effet positif et significatif sur la productivité agricole des seuls adoptants des semences améliorées. En effet, cette organisation brise la barrière de l'asymétrie de l'information et aide à la fertilisation croisée des idées. Comme le soutiennent Durlauf et Fafchamps (2005), les réseaux sociaux peuvent être essentiels pour réduire les coûts de recherche et d'information liés à l'adoption de nouvelles technologies et à la commercialisation des produits agricoles.

4.3. Impact de l'adoption des semences améliorées sur la productivité agricole

L'analyse des rendements de maïs a montré que les niveaux de production restent encore faibles pour relever le défi de la sécurité alimentaire. Les rendements déclarés sont largement inférieurs au potentiel des variétés générées par la recherche. Il a été montré que ceux qui utilisent les semences améliorées ont en général des rendements plus élevés que ceux qui ne les utilisent pas. Cependant, le lien de causalité ne peut être établi sans une évaluation d'impact pouvant isoler l'effet de l'adoption des semences certifiées, objet de cette sous-section. La technique d'estimation du modèle de régression à commutation endogène est appliquée à cet effet. Le tableau 5 l'effet de traitement moyen (ETM) ainsi que le ratio inverse de Mills.

Tableau 5 : Impact estimé de l'adoption des semences améliorées sur les rendements céréaliers

	Type d'impact	Valeur	Écarts-types estimés
Variables dépendantes	Ratio_Mills (Rho1- Rho0)	0,764***	0,206
log(Rendement_céréales)	ETM = E(Y1-Y0)	0,548***	0,166
Rendement_céréales	ETM (kg/ha) = E(Y1-Y0)	370,66***	109,02

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

Source : Estimations des auteurs, données de l'EPA, 2016-2017

En tenant compte de la sélection sur les non observables dans l'adoption des semences améliorées des céréales, le coefficient estimé de l'ETM est de 0,55 (tableau 5). En d'autres termes, l'effet de traitement moyen est une augmentation des rendements céréaliers de 73,32%¹. Des résultats similaires ont été obtenus au Sénégal par Faye-Mané (2017). L'auteur montre que le coefficient de l'ETM entre les adoptants et les non-

¹ Exemple : En termes de pourcentage, le rendement augmente de $(e^{0,55}-1)*100=73,32\%$

adoptants des semences certifiées de mil est de 0,52 ; ce qui indique une hausse des rendements de 68%.

Il ressort que l'effet de traitement moyen est statistiquement différent de zéro. En effet, le signe positif de ratio inverse de Mills signifie que les facteurs non observables qui augmentent les rendements sont corrélés aux variables non observables qui augmentent l'adoption des semences améliorées. Ceci implique que ce sont les agriculteurs les plus productifs qui ont tendance à adopter les semences améliorées. Le fait de ne pas en tenir compte conduit à une sous-estimation de l'impact de l'adoption sur la productivité ; d'où l'effet plus élevé observé entre les adoptants et les non-adoptants. En somme, ces résultats montrent que l'adoption des semences améliorées de maïs est bénéfique pour les producteurs car elles permettent d'atteindre des rendements beaucoup plus élevés.

5. Conclusion

Cet article a analysé le rôle de l'éducation dans les différences de productivité du maïs par le canal de l'adoption des nouvelles technologies au Burkina Faso. De façon spécifique, il s'est agi d'une part d'identifier les déterminants de l'adoption des semences améliorées du maïs en milieu rural et d'autre part d'apprécier la contribution de l'éducation à l'explication de la différence de productivité agricole. Il ressort que l'éducation formelle et l'encadrement agricole ont des effets différentiels sur la productivité agricole, confirmant les effets plus élevés de ces facteurs sur la productivité agricole avec une technologie améliorée qu'avec une technologie traditionnelle.

Les résultats soutiennent que l'alphabétisation des agriculteurs est plus utile pour les ménages agricoles qui cultivent des variétés traditionnelles alors que l'éducation formelle et l'encadrement agricole sont plus utiles pour les ménages agricoles qui cultivent des variétés améliorées et appliquent un ensemble de nouveaux intrants. Ces résultats traduisent donc le fait que les services d'encadrement et l'alphabétisation des adultes sont portées à la fois sur des technologies agricoles améliorées et non améliorées afin que les agriculteurs cultivant des variétés traditionnelles puissent bénéficier de conseils techniques sur les pratiques des technologies agricoles.

L'éducation formelle et l'éducation non formelle ont donc un rôle beaucoup plus important dans l'augmentation de la productivité agricole que les résultats disponibles ne le suggèrent. L'éducation formelle, l'encadrement agricole et les cours d'alphabétisation pour adultes sont des apports complémentaires essentiels aux efforts des activités de recherche et de développement qui se déroulent dans le secteur agricole, car l'application des connaissances scientifiques au développement agricole devient une préoccupation majeure lorsque les ressources humaines qui y participent sont peu qualifiées et incompetentes en raison du faible taux d'alphabétisation dans les zones rurales.

Les investissements dans l'éducation formelle et non formelle peuvent avoir des rendements agricoles plus élevés, et sont donc plus justifiés dans des environnements agricoles qui subissent des changements technologiques importants. L'encadrement des agriculteurs et la hausse des taux des personnes alphabétisées et instruites en milieu rural auront donc pour effets d'accroître le taux d'adoption des technologies améliorées et la

productivité agricole. Il convient de mettre l'accent sur l'éducation des agriculteurs à l'application de diverses technologies améliorées et de renforcer les centres d'éducation non formelle existants. De plus, mettre au point une éducation formelle qui permettrait aux agriculteurs de mieux comprendre les activités agricoles modernes afin d'augmenter la productivité. Le renforcement de programme d'écoles pratiques d'agriculture et des formations techniques solides pourraient aider dans ce contexte. De plus les services de formation technique agricole doivent chercher à améliorer leur impact ; ainsi, ils devraient revoir leur mode d'encadrement, chercher à intensifier l'encadrement par petits groupes de paysans.

Les résultats indiquent également que le coefficient de l'effet de traitement moyen est estimé à 0,55 ; ceci implique une augmentation des rendements céréaliers de 73,32%. En termes d'implications de politiques économiques, ce résultat montre à quel point il est important d'investir sur les nouvelles technologies agricoles pour accroître les rendements céréaliers. De ce fait, la mise en place de canaux efficaces de distribution de ces nouvelles technologies agricoles et la formation des utilisateurs sont essentielles dans les stratégies d'autonomisation du monde rural.

6. Bibliographie

- Abdulai, A., Huffman, W. (2014). The Adoption and Impact of Soil and Water Conservation Technology: An Endogenous Switching Regression Application. *Land Economics*, 90(1), 26-43.
- Abebaw, D., Haile, M. G. (2013). The impact of cooperatives on agricultural technology adoption: Empirical evidence from Ethiopia. *Food Policy*, 38, 82–91.
- Alene, A. D., Manyong, V. M. (2007). The effects of education on agricultural productivity under traditional and improved technology in northern Nigeria: an endogenous switching regression analysis. *Empirical Economics*, 32(1), 141–159.
- Appleton, S. (2002). Education and Health at the Household Level in Sub-Saharan Africa. *Working Paper, Center for International Development (CID) at Harvard University*(33).
- Asfaw, S., Shiferaw, B., Simtowe, F., & Lipper, L. (2012). Impact of modern agricultural technologies on smallholder welfare: Evidence from Tanzania and Ethiopia. *Food Policy*, 37(3), 283–295.
- Banque_mondiale. (2019). *World development indicators*. Washington DC : Banque mondiale.
- Becker, G. (1962). Investment in Human Capital : A Theoretical Analysis. *Journal of Political Economy*, 70(5), 9 - 42.
- Bidzakin, J. K., Fialor, S. C., Awunyo-Vitor, D., & Yahaya, I. (2019). Impact of contract farming on rice farm performance: Endogenous switching regression. *Cogent Economics & Finance*, 7(1), 1-20.

- Bindlish, V., & Evenson, R. (1997). The impact of T&V extension in Africa: the experience of Kenya and Burkina Faso. *World Bank Res Obs*, 12(2), 183 – 201.
- CORAF. (2018). *Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur l'amélioration du bien-être et la réduction de la pauvreté des maïsiculteurs de la zone UEMOA*. Dakar, Sénégal.
- Darko, A., Chan, A. P., Yang, Y., Shan, M., J, H. B., & Gou, Z. (2018). Influences of barriers, drivers, and promotion strategies on green building technologies adoption in developing countries: The Ghanaian case. *Journal of Cleaner Production*, 200, 687–703.
- Di Falco, S., Veronesi, M., Yesuf, M. (2011). Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. *Amer. J. Agr. Econ.* , 93(3), 829–846.
- Duflo, E., Kremer, M., Robinson, J. (2011). Nudging farmers to use fertilizer: Theory and experimental evidence from Kenya. *The American Economic Review*, 101(6), 2350–2390.
- Durlauf, S. N., Fafchamps, M. (2005). *Social Capital*. Amsterdam: Elsevier Science: In Handbook of Economic Growth 1B, ed. Philippe Aghion and Steven N Durlauf.
- FAO. (2015). *Vue d'ensemble régionale de l'insécurité alimentaire en Afrique : Des perspectives plus favorables que jamais*. Ghana : Acra, FAO.
- Faye-Mané, N. F. (2017). *Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal*. Thèse de Doctorat non publiée, FaSEG, Université Cheikh Anta Diop Dakar, Sénégal.
- Feder, G., Onchan, T., Chalamwong, Y., & Hongladaron, C. (1988). Land Policies and Farm Productivity in Thailand. *Baltimore: Johns Hopkins University Press*.
- Hassan, W., Adam, H., & Damba, O. (2018). Determinants of Adoption of Improved Maize Varieties in Zabzugu-Tatale Districts in Northern Region of Ghana : A Case Study of Obaatampa Varieties. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 8(4), 231- 243 .
- Heckman, J. J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47(1), 153-161.
- INSD. (2015). *Enquête multisectorielle continue (EMC) 2014, Caractéristique sociodémographique de la population*. Ministère de l'Économie, des Finances et du développement, Burkina Faso.
- INSD. (2021). *Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages de 2018 (EHCVM-2018)*. Ministère de l'économie, des finances et du développement, Rapport définitif. Ouagadougou, Burkina Faso.
- Jones, M. S., Rejesus, R. M., Brown, Z. S., Yorobe Jr, J. M. (2017). Do farmers with less education realize higher yield gains from GM maize in developing countries? Evidence from the Philippines. *Selected Paper prepared for*

presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Mobile, AL, February 4-7, 2017.

- Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture : A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1), 25-48.
- Korgitet, H. S. (2019). The Effect of Farmers Education on Farm Productivity : Evidence from Small- Scale Maize Producing Farmers in North Bench District, Bench Maji Zone. *American Journal of Design*, 1(4), 1-23.
- Lee, L. -F., Trost, R. P. (1978). Estimation of some limited dependent variable models with application to housing demand. *Journal of Econometrics*, 8(3), 357–382.
- Lee, L.-F. (1982). Some Approaches to the Correction of Selectivity Bias. *Review of Economic Studies*, 49(3), 355-372.
- Loaba, S., Traoré, S., Atake, E.-H. (2021). L'accès au crédit ou à l'éducation : quel facteur pour réduire les différences de productivité du maïs entre femmes et hommes au Burkina Faso ? *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 16(4), 297-313.
- Lokshin, M., Sajaia, Z. (2004). Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models. *The Stata J*, 4(3), 282–289.
- MAAH. (2020). *Rapport global sur les résultats définitifs de la campagne 2019/2020*. Ministère en charge de l'agriculture, Burkina Faso.
- Maddala, G. S. (1983). *Limited-dependent and Quantitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MAFAP. (2013). *Revue des politiques agricoles et alimentaires au Burkina Faso*. Série rapport pays SPAAA, FAO, Rome, Italie.
- MASA. (2013). *Situation de référence des principales filières agricoles au Burkina Faso*. Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire.
- Msuya, E., Hisano, S., Nariu, T. (2008). *Explaining Productivity Variation among Smallholder Maize Farmers in Tanzania*. Graduate School of Economics, Faculty of Economics, Kyoto University, Japan Elibariki.
- Murhi, M. I., Mubagwa, C. M., Murhebwa, M. M. (2018). Education and Agricultural Productivity in Democratic Republic of Congo: The Case of South-Kivu Province. *International Journal of Elementary Education*, 7(1), 7-12.
- Owens, T., Hoddinott, J., & Kinsey, B. (2001). The impact of agricultural extension on farm production in resettlement areas of Zimbabwe. *Working Paper, Center for the Study of African Economies, University of Oxford, UK*.
- Paltasingh, K. R., & Goyari, P. (2018). Impact of farmer education on farm productivity under varying technologies : case of paddy growers in India. *Agricultural and Food Economics*, 6(7), 2-19.

- Philips, J. M. (1994). Farmer Education and Farm Efficiency: A Meta-Analysis. *Economic Development and Cultural Change*, 43(1), 149–165.
- Radcliffe, B. (2018). *How Education and Training Affect the Economy*. Investopedia. Investopedia US.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations, 5th Edition*. Free Press: New York, USA. 576 P.
- Savadogo, K., Combary, S. O., Akouwerabou, B. D. (2016). Impacts des services sociaux sur la productivité agricole au Burkina Faso: Approche par la fonction de distance output. *Mondes en développement*, 44(2), 153-67.
- Schultz, T. (1964). Transforming Traditional Agriculture. *New Haven : Yale niversity Press*.
- Schultz, T. W. (1975). The Value of the Ability to Deal with Disequilibria. *Journal of Economic Literature*, 13(3), 827-46.
- Timu, A. G., Mulwa, R., Okello, J., Kamau, M. (2014). The role of varietal attribute on adoption of improved seed varieties: The case of sorghum in Kenya. *Agriculture & Food Security*, 3(9), 1-7.