

MESURE DE L'EFFICACITE TECHNIQUE DES RIZICULTEURS DE LA REGION DE SEGOU AU MALI

MEASURING THE TECHNICAL EFFICIENCY OF RICE FARMERS FROM THE REGION OF SEGOU TO MALI

MAHAMADOU BASSIROU TANGARA¹, BEIDARI TRAORE², DRISSA DOUMBIA³

¹Maître-assistant, Université des Sciences Sociales et de Gestion, Post-doctoral fellow, "Pilot African postgraduate Academy (PAPA)", Université Goethe Franckfort/Main Allemagne/Point Sud Bamako, Mali, mb.t75@mesrs.ml

²Assistant, Université de Ségou, Ségou, Mali

beidaritraore@yahoo.fr

³Assistant, Université des Sciences Sociales et de Gestion, Bamako, Mali

ddoumbia83@yahoo.com

Résumé

Au Mali, le potentiel de production de riz est très élevé mais cependant reste très peu exploité. Bien que l'atteinte d'une production potentielle dépende de nombreux facteurs, les paysans sont globalement en dessous du score d'efficacité observé à travers le monde. Cette étude cherche à déterminer le niveau d'efficacité technique des riziculteurs. Plus précisément, l'étude cherche à identifier et à analyser les déterminants de la production dans la région de Ségou en vue de suggérer des moyens d'augmenter la productivité du riz. La principale conclusion de cette étude est que l'efficacité technique moyenne des riziculteurs de la région de Ségou est de 0,77, ce qui signifie que le niveau d'efficacité technique peut être amélioré de 0,23 dans la zone d'étude sans aucun coût supplémentaire. Les variables relatives à la terre et aux engrais ont été identifiées comme des facteurs ayant un effet positif sur l'élasticité de la production. Les décideurs politiques devraient donc promouvoir l'aménagement des terres, l'accès aux engrais et au crédit.

Mots clés : Efficacité technique, production de riz, frontière de production stochastique, productivité, développement

JEL classifications : C21, Q16, Q18, Q51, Q54

Abstract

In Mali, the rice production potentiality is widely high and remain exploited just in tiny level. Although, reach a potential production depends on many factors, farmers are globally largely bellow the efficiency score observed through the word. This study seeks to determine the level of technical efficiency of rice farmers. Specifically, the study seeks to identify and analyze the determinants of production in the Ségou region with a view to suggesting ways to increase rice productivity. The main finding of this study is that the average technical efficiency of rice farmers in the Ségou region is 0.77, which means that the level of technical efficiency can be improved by 0.23 in the study area without any additional cost. The land and fertilizer variables were identified as factors having a positive effect in the production elasticity. So, the policy makers should promote land fitting out, access to the fertilizer and credit.

Keywords: Technical efficiency, rice production, stochastic production frontier, productivity, development

JEL classifications : C21, Q16, Q18, Q51, Q54

1. Introduction

Le riz est la première céréale en termes d'alimentation humaine et constitue l'aliment de base pour plus de trois milliards d'individus à travers le monde, avec une consommation annuelle par personne supérieure à 100 kg¹. En Afrique Sub-Saharienne, il est consommé à grande échelle dans presque tous les pays et est cultivé dans toutes les écologies. Cependant, dans la sous-région Ouest africaine, le secteur rizicole connaît des difficultés liées à la faible productivité. Le rendement moyen du riz est de 3,18 t/ha au Mali tandis qu'il est de 3,88 t/ha au Bénin, de 4,16 t/ha au Sénégal et de 5 t/ha au Niger². Au vu de ces résultats, des efforts doivent être consentis pour relever le défi au Mali. Le riz génère 8,3% du chiffre d'affaire agricole (environ 5% du PIB du pays). Sa part dans la valeur ajoutée nationale augmente rapidement avec l'amplification des flux commerciaux vers les zones urbaines. Malgré l'augmentation croissante de la production évaluée à 2,3 millions de tonnes (FAO, 2016), le Mali a recours à des importations pour couvrir ses besoins en riz qui croissent à cause de certains facteurs (changement d'habitudes alimentaires, urbanisation, croissance démographique, etc.).

L'importation annuelle moyenne de riz se chiffrait à 200 000 tonnes due à la faiblesse de la production nationale face à la demande. Cette importation de masse impacte négativement la balance des paiements par l'accroissement du déficit. De 2013 à 2014, le taux de l'autosuffisance alimentaire (production plus importation) en riz était de 93% avec un coût d'importation exprimé à 24 milliards de Franc CFA par an³. Les quantités de riz importées viennent concurrencer le stock national entraînant le prix à la baisse. La consommation du riz représente environ 30% de la consommation totale des céréales au Mali. Le niveau de consommation du riz qui était de 34 kg/tête/an en 1989 pour l'ensemble du Mali est passé à 53 kg/tête/an en 2001 soit une progression d'environ 19% sur la période⁴. Cette consommation a connu une croissance rapide cette dernière décennie. Elle est passée de 69,7 kg à la fin des années 2010 à 81,61 kg/tête/an en 2013⁵. Le taux d'accroissement démographique, de 3,6 % par an⁶, et celui d'urbanisation, 37,5%⁷, ont contribué de manière significative à l'accroissement de la consommation du riz en tant qu'aliment de base des ménages urbains.

Au Mali, les potentialités rizicoles sont importantes, car les superficies aptes à l'irrigation sont évaluées à près de 2 200 000 ha (Diakité, 2016) mais, ce potentiel n'est valorisé qu'à hauteur de 20 %. En 2008, dans la perspective d'apporter une réponse à la crise céréalière généralisée qui s'est installée, le gouvernement du Mali a décidé de mobiliser tous les atouts dont le pays dispose et les mettre en synergie dans une démarche volontariste à travers la mise en œuvre d'un plan d'opération dénommé « Initiative Riz ». Ce plan avait pour ambition d'augmenter la production afin de réaliser l'autosuffisance du pays en riz. A cela s'ajoutent les actions

¹ Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 2016

² United State Department of Agriculture, 2016

³ Direction Nationale du Commerce et de la Concurrence, 2015

⁴ Direction Nationale de la Statistique et de l'Information, 2004

⁵ Enquête Agricole de Conjoncture, 2013

⁶ Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la pauvreté, 2016

⁷ Institut National de la Statistique, 2017

d'accompagnement des partenaires techniques et financiers. Ainsi, l'Union Européenne (UE) a investi 15,8 milliards de francs CFA⁸ en 2013 dans le cadre du programme de la coopération Mali-UE. Ce programme visait également à améliorer les rendements rizicoles. En outre, l'aménagement seul des périmètres (effectué à des coûts élevés) pour une maîtrise de l'eau dans l'objectif d'accroître la production de riz ne saurait garantir une viabilité à long terme de la riziculture. Il est indispensable de mener des actions d'amélioration des performances des producteurs pour accroître les rendements. Ce qui pourrait également impacter positivement l'offre de riz afin de satisfaire une demande en croissance soutenue. Au regard des données officielles, beaucoup d'investissements ont été réalisés par l'Etat Malien dans le domaine de l'agriculture en général et dans la filière rizicole en particulier ; mais les résultats n'ont pas répondu aux attentes de sécurité alimentaire. Aussi, il ne s'agit pas simplement d'avoir plus de superficies à cultiver ou de fournir d'équipements aux producteurs pour que la production puisse augmenter de manière drastique dans un court délai. Pour que l'offre de riz puisse suivre une demande à dimensions variantes, induite par le changement des habitudes alimentaires et l'amélioration des conditions de vie des consommateurs, des efforts doivent être consentis pour l'amélioration de la productivité des producteurs avec une plus grande maîtrise des coûts et facteurs de productions utilisés.

L'atteinte d'une production potentielle, frontière de production, dépend de plusieurs facteurs hormis ceux cités précédemment. Toutefois, la variation de la production due à l'efficacité technique du producteur dépend des facteurs qui sont tant stochastiques que déterministes. Pour toutes ces raisons, estimer les niveaux d'efficacité technique, c'est-à-dire les scores d'efficacité technique permettrait de rehausser ou d'atteindre le seuil moyen de productivité souhaité pour le bien-être économique et social. L'identification et l'analyse des facteurs ayant un effet positif dans l'accroissement de la production permet en outre de fournir d'amples informations tant pour les exploitants agricoles que pour les décideurs politiques. Par ailleurs, une maîtrise de ces facteurs contribuera à augmenter la productivité sur le long terme. Ainsi il est important de savoir le niveau d'efficacité technique des riziculteurs. L'objectif général de cette étude est de mesurer la performance productive des riziculteurs de la région de Ségou. De façon spécifique, il s'agit de : i) déterminer le niveau d'efficacité technique, c'est-à-dire les scores d'efficacité technique des riziculteurs de la région et ii) identifier et analyser les déterminants de la production rizicole par rapport à la quantité des facteurs utilisés.

Le reste du papier est organisé en cinq parties : la deuxième partie porte sur les Faits Stylisés ; la troisième partie présente la revue de la littérature ; la quatrième partie porte sur la méthodologie utilisée ; ensuite, les résultats et discussions font l'objet de la cinquième partie et enfin la sixième et la dernière partie tire la conclusion et les implications politiques.

⁸ Communauté Financière d'Afrique

2. Matériel et Méthode

2.1 Concept de la productivité Agricole

Parlant de la productivité, il est important de prêter attention à la nuance conceptuelle, car le concept de productivité agricole est parfois utilisé pour qualifier les rendements. C'est la raison pour laquelle il est courant d'y ajouter « *du travail* » pour signifier qu'il s'agit de la véritable productivité ou « *de la terre* » pour indiquer qu'il s'agit des rendements. Cette distinction est importante car les deux ne sont pas nécessairement liés. L'augmentation de la production agricole résulte de la combinaison de deux éléments : la quantité de facteurs de production (terre, capital, travail) mobilisée et l'amélioration de l'efficacité avec laquelle ces facteurs sont utilisés, grâce au progrès technique et organisationnel ou suite à une meilleure qualification de la main d'œuvre.

La productivité mesure donc le second élément, c'est-à-dire l'efficacité de l'utilisation de ces facteurs de production. Une hausse de la productivité peut, en théorie, accroître à la fois le revenu des producteurs et le pouvoir d'achat des consommateurs, grâce à la baisse des coûts unitaires de production. Elle stimule la production et la consommation et constitue, de ce fait, un moteur majeur de la croissance économique et de la progression du niveau de vie à moyen terme.

2.2 Revue de la littérature

Dans cette partie, nous présentons une revue de la littérature divisée en deux sections. Une présentation détaillée des grandes lignes de débats théoriques sur l'efficacité est présentée dans la première section. La seconde a pour but de présenter des études empiriques ayant balisé l'efficacité des exploitants.

2.2.1 Revue théorique

Dans la littérature économique, on rencontre deux types d'efficacités à savoir l'efficacité économique et l'efficacité d'échelle. L'efficacité économique est composée de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative. Les travaux sur la notion d'efficacité ont été pour la première fois effectués par Koopmans (1951) et Debreu (1951). Selon eux, un producteur est techniquement efficace si, pour un niveau de facteurs et d'intrants utilisés, il est impossible d'augmenter sa production sans augmenter la quantité d'un ou de plusieurs facteurs ou de réduire la quantité d'un ou de plusieurs intrants. Autrement dit, un exploitant techniquement efficace doit se situer à la frontière de sa production. Plus tard, Farrell (1957) a distingué de façon plus précise le concept de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative (l'efficacité ou l'efficacité à moindre coût). L'efficacité technique se réfère à l'organisation matérielle de la production. Elle exprime donc l'aptitude d'une unité de production à obtenir le maximum d'outputs possible à partir d'une combinaison d'inputs et d'une technologie de production données. Cette première efficacité caractérise la frontière du côté de la production.

La seconde efficacité ou l'efficacité allocative (appelée aussi efficacité prix) selon Farrell (1957), mesure la manière dont les exploitants fixent les proportions des différents intrants entrant dans la production en se basant sur leurs prix respectifs et suivant un comportement d'optimisation économique (minimisation du coût et maximisation du profit). En d'autres termes, l'efficacité allocative peut être définie comme l'aptitude des exploitants à utiliser ou à allouer les intrants dans les proportions optimales. Cette dernière caractérise la frontière de coût. L'efficacité d'échelle quant à elle détermine dans quelle mesure une exploitation fonctionne avec des rendements d'échelle croissants ou décroissants, ce qui permet de définir la taille optimale d'une exploitation, Farrell (1957) cité par Joumady (2000).

2.2.2 Revue empirique

En se référant à la théorie microéconomique traditionnelle, les études d'efficacité technique ne sont pas pertinentes, car le producteur est censé être rationnel et maximisateur de son profit. Partant de cette affirmation, chaque producteur se trouverait toujours sur la frontière de production ou sur la frontière de coût. Mais la réalité prouve le contraire. De même, l'expérience indique que les producteurs en général se situent pour la plupart en dessous de la frontière de production ou de coût (Nuama, 2006).

Selon Keane et al. (2009), la plupart des agriculteurs issus des pays en développement opèrent en deçà de leur capacité de production potentielle. La faiblesse de la productivité dans la plupart de ces pays en développement s'explique par l'inefficience technique (Thirtle et al., 1995). Ainsi, concernant l'efficacité technique, selon (Hazarika et Alwang, 2003), pour les producteurs de tabac Malawiens, l'accès au crédit et la superficie de la parcelle ont été identifiées comme des variables augmentant le niveau d'inefficacité. Les résultats similaires sont observés au Cameroun (Nyemeck et al., 2004) où il ressort que le crédit agricole est une variable augmentant le niveau d'inefficacité des producteurs. Cependant, il faut noter que la relation entre la taille des exploitations et l'efficacité est non linéaire, l'efficacité en premier lieu baisse puis augmente avec la taille (Helfand et Levine, 2004). Au-delà du crédit, la taille d'autres variables, *le type de régime foncier, la composition de la production, la technologie et de l'utilisation des intrants*, intervient également dans l'explication de l'efficacité technique des exploitations. Globalement, en tenant compte d'un certain nombre déterminant, il est possible de déterminer le score moyen d'efficacité technique.

Le score moyen d'efficacité varie en fonction de la localisation géographique des exploitations, de l'utilisation des facteurs de production mais aussi de la méthode d'évaluation. Hasnain et al. (2015), ont mesuré l'efficacité technique de la production du riz au Bangladesh en utilisant l'approche de la frontière stochastique. Avec la spécification translog appliquée sur un échantillon de 115 producteurs, le score moyen d'efficacité technique était de 0,89. Les principaux déterminants de l'efficacité identifiés étaient la main d'oeuvre, les engrais, les pesticides, les semences et irrigation. Ngom et al. (2017) ont étudié l'efficacité technique des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal localisés dans les départements de Dagana et de Podor. Il a utilisé le modèle de la frontière de production stochastique avec la méthode du maximum de vraisemblance. Les résultats ont donné un score moyen d'efficacité technique de 0,70.

Les déterminants qui se sont révélés significatifs comprenaient le genre, le niveau d'instruction, l'ethnie, la taille du ménage, la distance entre la maison et la parcelle, le lieu de résidence et le nombre de parcelles cultivées. Fawaz et Adechinan, 2018, a étudié l'efficacité technique des petits producteurs du maïs au Bénin. La méthode de frontière stochastique de production Cobb-Douglas est utilisée pour estimer les niveaux d'efficacité technique des producteurs. Le score moyen d'efficacité technique des exploitants de l'échantillon est estimé à 65,40%. Les résultats indiquent que le sexe de l'exploitant, l'utilisation des semences améliorées, le prix de vente du maïs, la part du revenu non agricole, le contact avec une ONG, l'accès au crédit et la zone de production jouent un rôle positif et significatif dans l'atteinte de la frontière de production.

Au regard de cette revue de littérature, il ressort que le score moyen d'efficacité technique varie de 0,65 à 0,80. Et les déterminants classiques sont *l'accès au crédit, la taille des exploitations, le type de régime foncier, la composition de la production, la technologie et de l'utilisation des intrants*. Ces types d'études d'efficacité techniques des exploitations agricoles sont entreprises d'une manière générale au Mali. De manière spécifique, les études d'efficacité techniques sont presque rares dans la Zone de Ségou, une région de production agricole par excellence au Mali.

2.3 Méthodologie

Dans cette partie nous développons le cadre théorique. Il s'agit ici essentiellement de la notion d'efficacité technique et de ses déterminants à travers la méthode d'estimation des frontières.

2.3.1 Zone d'étude

Le choix de la région de Ségou dans le cadre de cette étude se justifie d'une part par l'énorme potentialité de l'Office du Niger estimée à 960 000 ha irrigables ; moins de 100 000 ha ont été aménagés, ce qui représente environ 10% des prévisions (FAO, 2016). D'autre part nous notons également la disponibilité des données sur cette zone en tant que zone d'intervention stratégique des pouvoirs publics dans la lutte contre l'insécurité alimentaire au Mali. Malgré ce potentiel, l'offre régionale en riz ne couvre la demande locale de plus en plus croissante qu'à 66% (Diakitè, 2014). Les politiques d'accroissement de la production rizicole sont plus orientées vers l'extension des superficies (aménagement de 50 000 ha par an selon Diakitè, 2016) que d'intensification. Considérant sa place dans les stratégies de restauration de la souveraineté alimentaire au Mali, la région de Ségou à travers l'Office du Niger a bénéficié des projets et programmes de la part des autorités. Il s'agit entre autres de la maîtrise totale de l'eau, du Système de Riziculture Intensive en 2007 et l'Initiative Riz en 2008. Ces différents projets et programmes ont contribué de manière significative à l'augmentation de la production. La moyenne de la production annuelle est de 671 227 tonnes de riz paddy avec un rendement moyen de 6,13 tonnes à l'hectare (bilan de la campagne 2016-2017/ON⁹). La zone Office du Niger comprend huit systèmes hydrauliques correspondant aux zones dominées par le barrage de Markala et donc potentiellement irrigables par gravité ou pompage.

⁹ Office du Niger

Par ailleurs, en dehors de la zone Office du Niger, la région de Ségou abrite également la zone l'Office Riz Ségou (ORS) chargé de proposer et d'exécuter tous les programmes concourant à la promotion de la filière riz à travers des actions visant le développement rural intégré dans sa zone d'intervention située dans les cercles de Ségou et de Barouéli. Ces actions sont précisées dans un contrat-plan passé avec l'Etat couvrant plusieurs exercices et définissant des engagements.

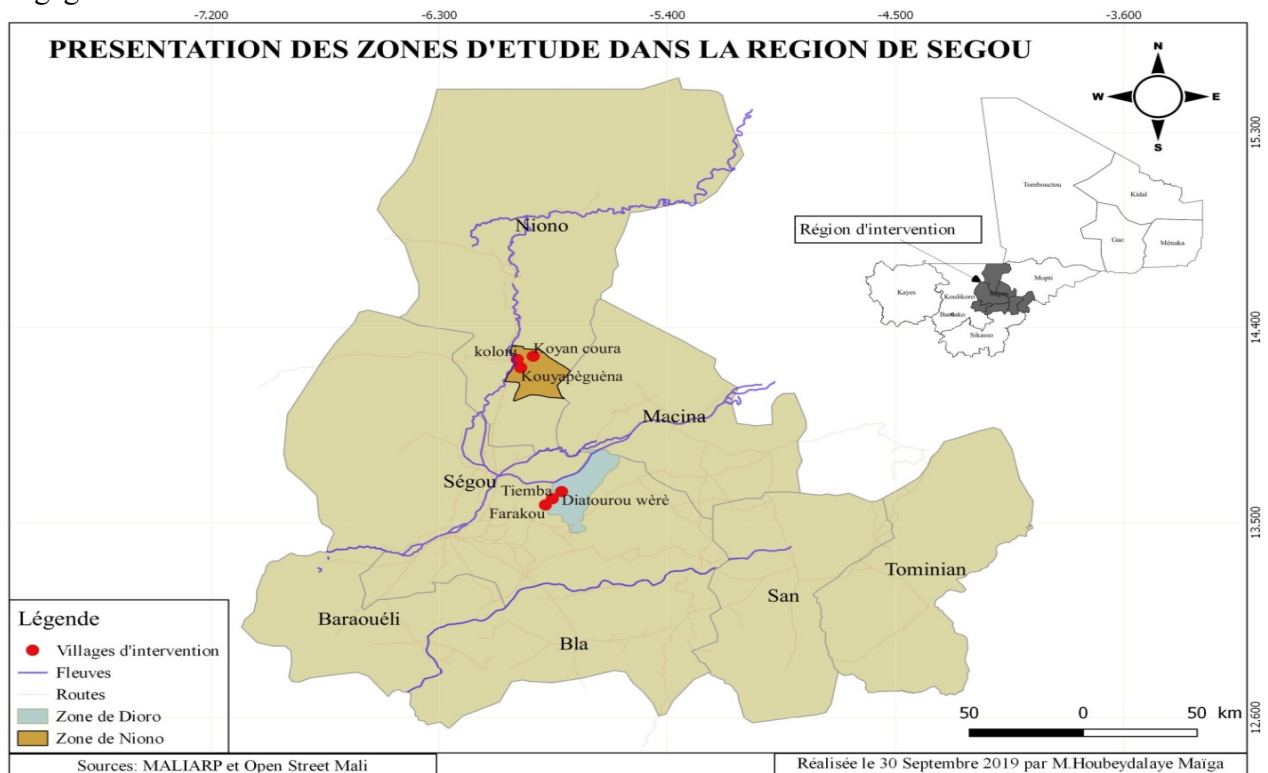


Figure 4 : Présentation de la zone d'étude

2.3.2 Données et source des données

Les données sont issues d'une enquête réalisée auprès de 207 riziculteurs choisis de façon aléatoire dans la région de Ségou. Elles ont été collectées à travers un questionnaire administré au chef de ménage ou à son représentant par interview direct et l'essentiel des informations collectées a porté sur les aspects suivants : les caractéristiques des différentes exploitations ; l'estimation des coûts et du type des intrants agricoles utilisés. La quantité de chaque intrant a été spécifiée par exploitation, les prix relatifs aux intrants ont également été collectés.

2.3.3 Méthode d'estimation des frontières de production

L'estimation de la frontière de production constitue une étape centrale dans toute analyse d'efficacité technique et différentes méthodologies ont été développées dans ce sens (Fried et al., 1993). Les deux principales approches à noter dans l'analyse de l'efficacité technique sont : *l'approche non paramétrique* et celle *paramétrique*. La différence entre ces deux approches se situe au niveau des hypothèses concernant la forme de la fonction de production.

L'approche non-paramétrique ne fait pas l'hypothèse concernant la forme fonctionnelle de la fonction de production, et elle construit sa frontière de production en utilisant la programmation linéaire ou quadratique, de telle sorte qu'aucun point observé ne se trouve en dehors de celle-ci. Elle a été développée par Banker et al., 1984 à travers la méthode Analyse Enveloppement des Données, DEA (Data Envelopment Analysis) et Deprins et al. (1984) sous l'hypothèse de la libre disposition des productions et des intrants avec la méthode FDH. L'approche paramétrique suppose, par contre, qu'il existe une forme fonctionnelle à priori de la fonction de production Cobb-Douglas, Translogarithmique ou CES (Constant Elasticity of Substitution) qui sera estimée économétriquement à partir des données de l'échantillon. Les précurseurs des frontières de production paramétriques furent Aigner et Chu. (1968) notamment par la méthode déterministe selon laquelle l'écart entre la frontière de production et la production observée est dû à l'inefficacité de l'exploitant. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne prend pas en compte les phénomènes aléatoires qui peuvent influencer le niveau d'efficacité.

La nature des écarts entre la production observée et la production maximale différencie les frontières déterministes des frontières stochastiques qui tiennent compte des facteurs qui échappent au contrôle de l'exploitant. Les précurseurs de la méthode stochastique furent Aigner et al. (1977) et Meeusen et Van Den Broek (1977) afin de tenir compte des facteurs qui échappent au contrôle de l'exploitant.

2.3.4 Choix de l'approche stochastique

La méthode choisie pour évaluer le niveau d'inefficacité technique des riziculteurs est la frontière de production stochastique encore appelée frontière de production à erreurs composées et à effets d'inefficacité incorporés proposée par Battese et Coelli (1995). Ce choix découle de certaines réalités du domaine agricole en général et de la riziculture en particulier. En effet, selon Coelli et al. (1998), les frontières de production de type stochastique semblent être plus appropriées que la méthode non paramétrique (déterministe) dans le domaine agricole, en particulier pour les pays en développement (PED), où les données sont fortement influencées par des variations aléatoires comme les aléas climatiques, la topographie, les pénuries d'intrants et des perturbations aléatoires telles que les erreurs de mesures, d'omission de certaines variables explicatives etc. L'avantage de ce type de frontière de production est qu'il permet d'expliquer les déviations observées entre la production maximale et la production réellement obtenue par l'exploitant ainsi que les effets des facteurs aléatoires qui échappent au contrôle de l'exploitant.

La culture du riz dans la région de Ségou se fait sous différents systèmes : par irrigation avec maîtrise totale de l'eau dans la zone Office du Niger et par submersion contrôlée dans la zone Office Riz Ségou où la production est fortement influencée par les aléas climatiques. Ceci motive l'utilisation du modèle proposé par Battese et Coelli, 1995 dans la présente étude. Mathématiquement, en considérant un riziculteur qui combine des facteurs de production (terre, travail, capital fixe et variable) pour produire un bien Y qui est le riz, la fonction de production stochastique est représentée par la formule suivante :

$$Y_i = f(X_i; \beta) \exp^{(V_i - U_i)} \text{ avec } i = 1, \dots, N \quad (1)$$

Avec Y_i : la production totale obtenue par le i ème riziculteur ; i représente les riziculteurs et varie de 1 à N ; N représente la taille de l'échantillon ; f : est la technologie de production adoptée. X_i représente les facteurs de production utilisés par le riziculteur i ; β est le vecteur des paramètres inconnus qui sont associés à X_i à estimer ; \exp : est la fonction exponentielle ; V_i : est le terme d'erreur aléatoire ; c'est un terme purement résiduel prenant en compte les variations de la production de riz qui ne sont pas sous le contrôle du riziculteur ; ce terme peut aussi tenir compte des erreurs d'observations ou des variables manquantes dans le modèle.

Ces erreurs aléatoires V_i ($i = 1, \dots, N$) sont supposées indépendamment et identiquement distribuées, suivant $N(0; \sigma^2_v)$ (Battese et Coelli, 1995). U_i : capte les erreurs d'inefficacité dues aux riziculteurs suivant une loi de distribution tronquée à zéro de moyenne $N(\mu; \sigma^2_u)$; ces erreurs U_i ($i = 1, \dots, N$) sont assumées positives ou nulles.

Soit Y^* la fonction de production maximale (l'optimum ou encore la production potentielle),

$$Y^* = f(X_i; \beta) \exp^{(V_i)} \quad (2)$$

Partant de cette fonction, l'indice d'efficacité technique de l'exploitant i est donné par la formule suivante :

$$ET_i = \frac{(1)}{(2)} \Rightarrow ET_i \equiv \frac{f(X_i; \beta) \exp^{(V_i - U_i)}}{f(X_i; \beta) \exp^{(V_i)}} = \exp^{(-U_i)} \quad (3)$$

Les paramètres à estimer dans ce modèle, c'est-à-dire β_i , δ_i et les autres paramètres associés aux termes aléatoires qui sont $\sigma^2 = \sigma^2_u + \sigma^2_v$ et $\gamma = \frac{\sigma^2_u}{\sigma^2} = \sigma^2_u / (\sigma^2_u + \sigma^2_v)$, sont tous estimer par la méthode du Maximum de Vraisemblance. Les paramètres σ^2 et γ décrivent la contribution de l'efficacité technique à la production ; σ^2 est la somme de la variance du terme représentant l'inefficacité due à l'exploitant et celle du terme aléatoire et γ mesure la part du terme d'inefficacité dans la variance totale. Par définition le paramètre γ est compris entre 0 et 1. Une valeur de $\gamma = 1$ indique que toute déviation de la production par rapport à la frontière de production est entièrement due à l'inefficacité technique de l'exploitant. Par contre lorsque $\gamma = 0$ signifie que toute déviation de la production par rapport à la frontière de production est due aux chocs exogènes et aléatoires. Ainsi, si $0 < \gamma < 1$, la variation de la production est caractérisée par la présence à la fois d'inefficacité technique et des chocs aléatoires.

Par ailleurs, la littérature préconise deux méthodes d'estimation de la frontière de production et des déterminants de l'inefficacité technique, il s'agit de la méthode d'estimation en deux étapes et l'estimation simultanée en une étape. L'estimation en deux étapes consiste à déterminer d'abord les indices d'efficacité technique à partir de l'estimation de la frontière, et ensuite à les régresser par rapport aux différents facteurs soupçonnés comme déterminants de l'efficacité. Elle a été largement critiquée par Kumbakhar et al. (1991) ; Battese et Coelli (1995), car pour eux, elle viole l'une des hypothèses fondamentales qui stipule que les effets d'inefficacité sont indépendamment distribués dans la frontière de production stochastique.

La seconde méthode est la méthode d'estimation en une étape proposée par Battese et Coelli, 1995, et consistant à estimer simultanément deux équations, l'une représentant la frontière de production et l'autre la relation entre l'inefficacité et les facteurs explicatifs. Dans le cadre de la présente étude, nous utilisons la méthode simultanée. La fonction frontière de production est estimée par la méthode du Maximum de vraisemblance (MV) à l'aide du logiciel Frontier 4.1 développé par Coelli, 1996.

2.3.5 Spécification du modèle

Dans la littérature, les deux formes fonctionnelles les plus utilisées dans les études sur l'efficacité sont la forme translogarithmique et la forme Cobb-Douglas. Pour estimer la fonction de production Y^* (l'optimum) et les paramètres associés β , nous avons choisi la forme translogarithmique. Son intérêt est qu'elle est plus flexible que la forme Cobb-Douglas, elle n'impose aucune hypothèse à l'égard de la constante ou des élasticités de la fonction de production (Donkoh et al, 2013). En outre, elle permet de calculer des élasticités de substitution, alors que celles-ci sont unitaires dans une fonction Cobb-Douglas (Christensen et al., 1971). La forme générale de la fonction translogarithmique est la suivante :

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j \ln X_{ij} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \beta_{jk} \ln X_{ij} \ln X_{ik} + (V_i - U_i) \quad (4)$$

Y_i : représente la production de riz paddy (en kilogramme) du producteur i ; X_{jk} est la quantité d'input j utilisée par le riziculteur i ; les β sont des paramètres inconnus à estimer. V_i et U_i représentent les termes aléatoires, décomposées respectivement en chocs exogènes et d'inefficacité due aux riziculteurs. Dans l'application empirique, les inputs utilisés dans la régression comprennent la superficie exploitée (ha), la quantité totale de semences utilisées (kg), la quantité totale d'engrais utilisée (kg), la main d'oeuvre totale utilisée en personne / activité, la quantité d'herbicide utilisée (litre), La production de riz paddy Y est mesurée en kg par exploitation.

L'inefficacité technique est représentée par la formule suivante :

$$U_i = \delta_0 + \sum_i^n \delta_i Z_i + W_i \quad (5)$$

Z_i : représente l'ensemble des variables qui sont supposées déterminer l'efficacité Technique (les variables socio-économiques) qui expliquent l'inefficacité technique des riziculteurs) ; δ : est un ensemble de paramètres inconnus à estimer et W : est une erreur aléatoire.

3. Résultats

3.1 Résultats des estimations économétriques

Dans cette partie nous présentons les résultats issus de l'estimation de la frontière de production stochastique de type translogarithmique. Les données du tableau 1 suggèrent que la forme translogarithmique est la plus appropriée dans cette étude. Notre modèle est ainsi globalement significatif.

L'hypothèse nulle (le coefficient est égal à zéro) des paramètres β_{jk} est rejetée, de même que celle stipulant d'absence d'inefficacité et d'effet des variables socio-économiques sur l'efficacité technique. Ainsi, parmi les facteurs de production utilisés, seules les variables superficie et engrais se sont révélées significatives au seuil de 1% avec des coefficients d'inertie respectifs de 0,21 et 0,38. Cela renseigne qu'une augmentation de 1% de chacun de ces facteurs de production entraîne également un accroissement de la production respectivement de 0,21 et 0,38. Par ailleurs, gamma (γ) est significatif à 1% et sa valeur 0,95 est comprise entre 0 et 1, indiquant la nature stochastique de la frontière de production. Cela indique que la déviation de la frontière de production est due d'une part à l'inefficacité technique des riziculteurs mais également influencée par les facteurs exogènes aléatoires (aléas climatiques, invasions acridiennes, etc.) qui échappent au contrôle des producteurs du riz.

Tableau 1 : Estimation de la frontière de production translogarithmique

Variables	Paramètres	Coefficients estimés	Ecart-type
Constante	β_0	0,095***	0,01
Superficie	β_1	0,212***	0,06
Semence	β_2	-0,046	0,03
Engrais	β_3	0,384***	0,01
Main-d'œuvre	β_4	0,000	0,04
Herbicide	β_5	-0,316***	0,03
Superficie au carré	β_6	-0,134	0,13
Semence au carré	β_7	0,323***	0,09
Engrais au carré	β_8	0,634***	0,02
Superficie x semence	β_9	0,224**	0,09
Superficie x engrais	β_{10}	0,019	0,06
Superficie x herbicide	β_{11}	-0,062	0,05
Semence x herbicide	β_{12}	-0,397***	0,04
Gamma	γ	0,95***	0,02

Source : Auteurs

*** Significatif au seuil de 1% ; ** Significatif au seuil de 5%

L'estimation du modèle d'inefficacité technique est consignée dans le tableau 2 suivant. Les coefficients estimés associés aux variables socio-économiques et présentant un signe négatif signifient que la variable exerce un effet négatif sur l'inefficacité donc contribue à augmenter

l'efficacité technique du riziculteur et vice versa. Ainsi, parmi les variables explicatives potentielles, huit se sont montrées significatives. Il ressort que les variables accès à la terre et localité sont significatives au seuil de 1% ; l'appartenance à une organisation paysanne, la possession d'équipements, la taille du ménage et la distance sont toutes significatives à 5%.

Par ailleurs, les variables sexes et activité secondaire se sont montrées significatives à 10%. Ces variables sont toutes les déterminants de l'efficacité techniques dans la région de Ségou. Nous remarquons également qu'elles répondent toutes aux signes attendus à l'exception de celle de l'accès au financement qui contribue à augmenter l'inefficacité.

Tableau 2 : Estimation de la fonction d'inefficacité technique

Variables	Paramètres	Coefficients estimés	Ecart-type
Constante	δ_0	-23.101***	8,890
Accès à la terre	δ_2	10.232***	3,460
Organisation Paysanne	δ_3	-3.851**	1,778
Possession d'équipement	δ_4	-2.242**	0,927
Expérience	δ_5	0.002	0,001
Sexe	δ_6	4.863*	2,631
Age	δ_7	0.140	0,815
Education	δ_8	0.449	0,734
Situation matrimoniale	δ_9	-0.751	1,045
Taille du ménage	δ_{10}	0.152**	0,061
Appuis technique	δ_{11}	-1.446	1,770
Localité	δ_{12}	-5.998***	2,100
Distance	δ_{13}	0.243**	0,113
Nombre de parcelles	δ_{14}	1.217	0,949
Activité secondaire	δ_{15}	0.575*	0,314

Source : Auteurs

*** Significatif au seuil de 1% ; ** Significatif au seuil de 5% ; * significatif au seuil de 10%

Le tableau 3 ci-dessous nous renseigne les indices d'efficacité des riziculteurs de la zone d'étude avec un minimum de 0.003, un maximum de 0.991 et une moyenne de 0.771 ; l'estimation de la frontière de production a ainsi permis de trouver que l'efficacité technique des riziculteurs de l'échantillon se trouve entre 0.30 et 99% avec une efficacité technique moyenne de 77 %.

Tableau 3 : Efficacité technique moyenne des riziculteurs de la région

Observations	Min	Mean	Max	Std. Dev
1,001	.00298	.7712651	.9915231	.2583445

Source : Auteurs

4. Discussion

L'estimation de la frontière de production avec une fonction translogarithmique nous a permis de déceler une relation significative entre les variables lorsqu'elles sont croisées entre elles. Ceci est confirmé par le rejet de l'hypothèse nulle (le coefficient est égal à zéro) des paramètres β_{jk} (avec $jk = 6, \dots, 19$). Ce qui signifie que la restriction en une fonction de production de type Cobb-Douglas demeure insuffisante dans ce cas. L'analyse de cette fonction de production montre que la culture du riz dans la région de Ségou évolue à rendement d'échelle décroissant dans l'espace de production, avec l'application de la fonctionnelle translogarithmique.

En ce qui concerne les variables explicatives prises individuellement, les coefficients de deux facteurs de production (Superficie et engrais respectivement : 0,21 ; 0,38) sont tous positifs et significatifs au seuil de 1%, indiquant ainsi leurs influences positives sur la production. Une augmentation de 1% de chacun de ces facteurs fait accroître la production respectivement de 0,21; 0,38. Cependant le coefficient d'un facteur de production dont les herbicides s'est révélé négatif sur la production et significatif au seuil d'1%. Cette hypothèse s'est également vérifiée lorsqu'on les croise aux semences. Cela s'explique par une mauvaise application des herbicides ou l'utilisation d'une quantité d'herbicide au-dessus ou en dessous du nécessaire. Le coefficient lié à la semence s'est montré négatif et non significatif. Il est impensable voire impossible que la riziculture se fasse sans cet élément. La fonction translogarithmique a permis de pallier cet écart en mettant en valeur d'autres relations significatives qui expliquent cette variable. En effet, même si cette dernière prise de façon individuelle s'est montrée en défaveur de l'augmentation de la production et non significative, elle l'est devenue au seuil de 5% lorsqu'elle a été croisée à la variable superficie. Par ailleurs, les coefficients de semence et engrais au carré se sont montrés positif et significatif au seuil de 1% ; ce qui signifie que l'application correcte de la dose nécessaire et des techniques culturales contribue à l'augmentation de la production.

Quant à l'estimation de la fonction d'inefficacité technique nous révèle que la variable accès à la terre (avec un coefficient d'élasticité positif et significatif à 1%), contribue à augmenter l'inefficacité technique des riziculteurs ; indiquant ainsi que les riziculteurs qui opèrent en location sont techniquement plus efficaces que ceux qui sont propriétaires de leurs parcelles.

Cela peut s'expliquer par le fait que les exploitants qui opèrent en location se voient en entrepreneur Agricole. Outre, ces exploitants voient leur coût de production élevé en tenant compte des frais de la tenure foncière. Par conséquent, ils sont tenus à être plus efficaces dans la gestion des ressources pour dégager une valeur ajoutée importante pour non seulement couvrir leurs coûts de productions mais aussi s'acquitter de la redevance qui les lie au propriétaire de la terre. Ce résultat est conforme à celui de Nuama, 2010, Coulibaly et al., 2017 et Farah, 2018.

L'appartenance à une organisation paysanne a enregistré un coefficient d'élasticité négatif et est significative à 5% indiquant ainsi que l'exploitant membre d'une organisation paysanne est techniquement plus efficace que celui n'appartenant pas à un groupement de paysans. Ce résultat satisfait aux attentes, car le fait d'être dans un groupe d'intérêt commun a des vertus comme le partage de connaissance, le capital social et l'effet de synergie. Cet élément de capital social

facilite la mobilisation des fonds internes pour acquérir des équipements qui est un déterminant de l'efficacité technique dans la région de Ségou. Ce résultat semble confirmer les réalités du terrain, car nous enregistrons 1618 organisations paysannes (OP) dans la zone Office (Bilan de la campagne, 2017/2018). En somme, ces éléments constituent un véritable levier pour augmenter l'efficacité individuelle en particulier et celle de l'OP. Ce résultat est similaire à celui de Coulibaly et al., 2017.

Le coefficient négatif et significatif à 5% de l'équipement nous suggère que l'inefficacité des exploitants se réduit s'ils ont accès aux équipements et matériels agricoles. Ce résultat est similaire à celui d'Abdullah et al., 2007 ; Coulibaly et al., 2017. Dans la pratique, l'accessibilité aux équipements fait accroître de manière significative la production agricole. Cette réalité se confirme également le fait que dans la région de Ségou, l'Office du Niger fait de l'approvisionnement des équipements et matériels agricoles une priorité absolue. Pour assurer l'approvisionnement des exploitants en équipements à moindre coûts, l'Office a mis en place une Coopérative Artisanale des Forgerons de l'Office du Niger (CAFON) dans le cadre de la pérennisation du projet Amélioration de la Riziculture Paysanne à l'Office du Niger (ARPON) financé par les Pays-Bas.

Nos résultats également ont montré que le sexe du chef de ménage accroît son inefficacité au seuil de 10%. En d'autres termes, être une femme contribue à la diminution de l'inefficacité. Ce qui va à l'encontre de ce qui était attendu. L'explication qui peut être avancée après investigation est que les femmes sont plus présentes au niveau des champs et assurent la plus grande partie des activités culturales même au niveau des champs possédés par les hommes. Il est donc compréhensible qu'elles maîtrisent mieux les techniques culturales que les hommes. En outre elles sont également les plus dynamiques au sein des organisations paysannes. Ce résultat va de pair avec celui de Ngom et al. (2017).

La taille du ménage présente un signe positif, mais il est d'abord important de signaler que l'effet de la taille du ménage sur la productivité dépend plus de la qualité et des aptitudes des membres du ménage que de l'effectif du ménage (Ogundele et Okoruwa, 2003). En effet, si ceux-ci ont un certain niveau d'instruction et une expérience avérée en matière de riziculture, cela peut aider le chef du ménage à être plus efficace. Cependant, si les membres du ménage qui sont censés être la main d'oeuvre familiale sont occupés par d'autres activités outre que la riziculture, cela peut réduire la performance du chef de ménage. Ce résultat va dans le même sens que celui trouvé par Ngom et al. (2017).

Quant-à la variable localité, elle a enregistré un signe négatif et significatif à 1%. Ceci confirme notre hypothèse. L'explication est facile à trouver parce que c'est dans la zone Office du Niger que la culture du riz est la plus développée du fait des multitudes actions de l'Etat depuis les indépendances que dans la zone Office Riz Ségou. Une autre interprétation est que les riziculteurs de la zone Office du Niger ont une maîtrise totale du système d'irrigation contrairement aux exploitants de la zone Office Riz Ségou qui sont sous un système de submersion contrôlé. La distance entre la maison et la parcelle joue en faveur du niveau d'inefficacité des riziculteurs au seuil de 5%. Cela va de pair avec les attentes, car les exploitants

qui habitent loin de leurs parcelles mettent plus du temps avant d'y arriver, par conséquent, ils arrivent déjà fatigués et passent moins de temps dans le champ, car ils sont tenus à vite quitter pour arriver à la maison et s'occuper d'autres problèmes familiaux. Alors que ceux qui sont proches de leur habitation ont la latitude d'arriver plus rapidement et moins fatigués au champ et consacrent plus de temps aux activités culturelles.

La variable activité secondaire avec un coefficient d'élasticité positif et significatif au seuil de 10% nous révèle que son effet augmente l'inefficacité technique des riziculteurs. Cette explication est simple à trouver par ce que les exploitants ayant d'autres activités secondaires ont une forte probabilité de consacrer une partie de leur temps dans l'exercice de ces activités. Contrairement à une personne qui n'a aucune activité secondaire et qui à tout son temps à consacrer dans sa parcelle rizicole pour bien appliquer les itinéraires techniques. Donc, il va de pair que ceux-ci soient plus performants que ceux qui exercent d'autres activités en dehors de la riziculture.

5. Conclusion

La présente étude avait pour objectif, d'évaluer la performance productive des riziculteurs dans la région de Ségou. Pour atteindre cet objectif, nous avons mené une enquête dans deux zones de production dans la région de Ségou avec un échantillon de 207 riziculteurs. La fonction de production stochastique (l'estimation en une étape) a été appliquée aux données collectées. Au terme de l'analyse, les données révèlent que la fonction stochastique translogarithmique est la plus appropriée pour notre étude.

Les coefficients d'inertie de deux facteurs de production (superficie et engrais) utilisés dans l'analyse sont tous significatifs et positifs. Cela indique que ces facteurs contribuent tous à accroître la productivité du riz. De plus, il ressort que les producteurs sont en moyenne techniquement inefficaces dans la culture du riz. En effet, l'indice moyen d'efficacité technique affiché par l'estimation de la frontière de production est de 0,77. Ce qui signifie que les riziculteurs dans la région de Ségou n'exploitent que 77% de leurs potentiels de production. En déduction, le niveau d'inefficacité technique est de 0,23, concluant que le niveau de production de ces riziculteurs peut être augmenté de 23% sans coût supplémentaire. Partant de cela, les politiques d'amélioration de la productivité rizicole doivent être basées sur ces variables.

Ainsi, notre première hypothèse affirmant que les riziculteurs de la région de Ségou sont techniquement inefficaces n'a pas été confirmée, car l'étude révèle que les exploitants ont un niveau d'efficacité technique moyenne de 77%. Expliquant ainsi que le niveau d'efficacité technique peut être amélioré de 23% dans la zone d'étude sans aucun coût supplémentaire. Concernant la deuxième hypothèse, nous n'avons pas pu la rejeter également du fait que le coefficient de la variable superficie s'est montré significatif et positif avec un coefficient d'élasticité de 0,21. Cela signifie qu'une extension de 1% de la superficie, entraîne également un accroissement de la production de 0,21%.

A la lumière de ces résultats, il ressort que les variables superficie et engrais sont toutes des déterminants de la production dans la région de Ségou. Par conséquent, toutes les politiques d'amélioration de la production rizicole doivent être basées sur ces variables. Ainsi, nous formulons certaines implications politiques en ce qui concerne les déterminants de la production rizicole. Les autorités en charge du développement rizicole doivent encourager des initiatives d'extension de superficies et de subvention d'engrais pour stimuler la production dans la zone, car contrairement à nos attentes, les engrais contribuent le plus à l'accroissement de la productivité rizicole.

Références

Abedullah A. and Tietje H., 2007: Estimating technical efficiency under unobserved heterogeneity with stochastic frontier models: application to northern German dairy farms. *European Review of Agricultural Economics*, 34, 3, page 393-416.

Aigner D. J. and Chu S. F., 1968: On estimating the industry production function. *The American Economic Review*, 58, 4, page 826-839.

Aigner D., Lovell C. K. and Schmidt P., 1977: Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6, 1, page 21-37.

Akinkunmi. M. A., 2017: Analysis of Access to Credit and Agriculture Performance in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Economics*. 2, 6, Page 160-164.

Alvaro R., Robert L., Arie K. and Henk M., 2012: Impact of Access to Credit on Farm Productivity of Fruit and Vegetable Growers in Chile. *Selected Poster prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference, Foz do Iguaçu, Brazil*.

Banker R., Charnes A., and Cooper W., 1984: Some models for estimating technical and sale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 9, page 1078 -1092.

Banque Mondiale. 2018: Rapport annuel. 97 pages.

Battese G. E., and Coelli T. J., 1995: A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, 2, page 325-332.

BCEAO. 2015 : fiche d'information de la CIA, Global Index. 38 pages.

BCEAO. 2016 : Rapport annuel. 162 pages.

Christensen L., Jorgenson W. and Lau L., 1971: Conjugate duality and the transcendental logarithmic production function. Chicago, the University of Chicago. *Econometric Society, Econometrica*, 39, Page 255-256.

Coelli T. J. 1996: A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) Working papers*. University of New England, Armidale, Australia, 7, 96.

Coelli T. J., Rao P. and Battese G. E., 1998: *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publisher, Massachusetts.

Coulibaly A., Savadogo K and Diakité L., 2017: Les Déterminants De L'efficience Technique Des Riziculteurs De L'office Du Niger Au Mali, *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 6, 2, page 88-97.

Debreu G., 1951: The coefficient of resource utilization. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 273-292.

Deprins D., Simar L., and Tulkens H., 1984: Measuring labor efficiency in post offices. North Holland, Amsterdam: In Marchand M., Pestiau P., Tulkens H. (Eds). *The performance of public enterprises: Concepts and measurement*.

Diakité L. 2014 : *La filière riz au Mali*. Rapport d'activité. Ministère de l'agriculture.

Diakité L. 2016 : *La filière rizicole au Mali*. Rapport d'activité annuelle. Ministère de l'agriculture, Bamako.

Donkoh S. A., Ayambila S. and Abdulai S.; 2013: Technical Efficiency of Rice Production at the Tono Irrigation Scheme in Northern Ghana, *American Journal of Experimental Agriculture*, 3, 1, Page 25-42.

EAC, 2016 : *Bilan de la campagne agropastorale et halieutique*. Cellule de Planification et de Statistique du Secteur Développement Rural (CPS/SDR). Bamako, 91 pages.

FAOSTAT, 2016. Consulté le 09 Août 2018. www.faostat3.fao.org/download/Q/QC/E.

Farah S. B. 2018 : *évaluation de l'efficacité technique des exploitations oléicoles en Tunisie*. Mémoire de fin de cycle. Université Laval, Tunisie 195 pages

Farrell M. J., 1957: The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. Series A (General), 120, 3, page 253-290.

Fawaz A. et Adechinan A., 2018 : Efficacité Technique des Petits Producteurs du Maïs au Bénin. *European Scientific Journal*, 14, 19, page 109-134.

Fried H., Lovell C. A. K. and Schmidt S. S., 1993. The measurement of productive efficiency. *Techniques and Applications*, England, Oxford, Oxford University Press.

Hasnain N., Hossain E. and Islam K., 2015: Technical Efficiency of Boro Rice Production in Meherpur District of Bangladesh: A Stochastic Frontier Approach. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 3, 2, page 31-37.

Hazarika G. and Alwang J., 2003: Access to credit, plot size and cost inefficiency among smallholder tobacco cultivators in Malawi. *Agricultural Economics*, vol. 29, Page 99-109.

Helfand S. M. and Levine E. S., 2004: Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. *Agricultural Economics*, vol. 31, Page 241-249.

INSTAT, 2017 : *Annuaire Statistique*. Bilan de la campagne. Direction des Ressources Humaines du secteur Santé, Développement Social et Promotion de la Famille. Bamako, 152 pages.

Jondrow J., Lovell C. A. K., Materov I. N. and SCHMIDT P., 1982: On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics*, vol. 19, Page 233-238.

Kane A. and Hamadoun A., 2013: *Technical efficiency and its determinants in Mali's rice production*. Centre régional de recherche agricole (CRRRA) de Sotuba, Institut d'économie rurale (IER), Bamako.

Keane J., Page S., Kergna A. and Kennan J., 2009: Climate Change and Developing Country Agriculture: An Overview of Expected Impacts, Adaptation and Mitigation Challenges, and Funding Requirements, ICTSD–IPC Platform on Climate Change, Agriculture and Trade. International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland and International Food & Agricultural Trade Policy Council, Washington DC, USA, Issue Brief, 2, page 1-49.

Keith O., Fuglie, Sun Ling Wang and Eldon Ball., 2014: Is Agricultural Productivity Growth Slowing in Western. Page 109-125.

Koopmans T., 1951: Activity analysis of production and allocation. New York: Wiley.

Kumbakhar S. C., Ghosh S. and MC Guckin J. T., 1991: A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms. *Journal of Business & Economic Statistics*, 9, 3, Page 279-286.

Meeusen W. and Van Den Broeck J., 1977: Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error, *International economic review* 18, 2, Page 435-444.

Myrdal G. 1968: An Inquiry in to the poverty of Nations, New York: Twentieth Century Fund and Pantheon, 1, 3.

Ngom C. A. B., Sarr F. M. et Fall A. A., 2017: Mesure de l'efficacité technique de production des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal, *Économie rurale*, Page 82-112.

Nuama E., 2006 : Mesure de l'Efficacité Technique des Agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. *Economie rurale* : Agricultures, alimentations, territoire, 296, page 39-53.

Nuama E., 2010 : L'efficacité technique des riziculteurs ivoiriens : la vulgarisation en question. *Economie rurale* : Agricultures, alimentations, territoires, 316, Page 36-47.

Nyemeck B. J., Tonyè J. N., Wandji G., Nyambi. And Akoa M., 2004: Factors affecting the technical efficiency among smallholder farmers in a slash and burn agriculture zone of Cameroon. *Food Policy*, Elsevier, vol. 24, Page 531-545.

PAM. 2017: *Genre, Accès au crédit, Capital et Service d'Assurance au Mali*. Rapport de synthèse. Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre. 64 pages.

PDSEC, 2017 : *Plan de Développement Social, Economique et Culturel*. Commune de Ségou. Ségou, 58 pages.

Sanda K., 2012 : Développement du secteur financier et financement de l'activité agricole dans un contexte de crise alimentaire : quelle place pour la micro-finance. *Développement durable et territoires*. 3, 3, page 1-19.

Sokvibol K., Hua L. and Linvolak P., 2017: Technical Efficiency Analysis of Cambodian Household's Rice Production, *global journal of human- social science: economies*, 16, 3, Page 32-44.

Thirtle C., Hadley D. and Townsend R., 1995: Policy-/Induced innovation Sub-Saharan African agriculture: A multilateral Malmquist productivity index approach. *Development Policy Review*, 13, page 323-342.

USDA. 2016: Foreign agriculture service. Récupéré sur www.apps.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx [19 Janvier 2014]