

REVUE INTERNATIONALE DES ECONOMISTES DE LANGUE FRANÇAISE

RIELF 2021, Vol. 6, N°1

Association Internationale
des Economistes de Langue Française



avec la collaboration de



UNIwersYTET
EKONOMICZNY
W POZNANIU

l'Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań



L'Université Bernardo O'Higgins - Chili

Directeur de la publication

Krzysztof MALAGA, rédacteur en chef, USEGP, Pologne

Comité éditorial

Alastair ALINSATO, Bénin
Camille BAULANT, France
Matouk BELATTAF, Algérie
Francis BISMANS, Belgique
Horst BREZINSKI, Allemagne
Abdelaziz CHERABI, Algérie
Bernard COUPEZ, France
Jean-Jacques EKOMIE, Gabon
Jules-Roger FEUDJO, Cameroun
Camelia FRATILA, Roumanie
Marian GORYNIA, Pologne
Driss GUERRAOUI, Maroc
Juliana HADJITCHONEVA, Bulgarie
Vidal IBARRA-PUIG, Mexique
Nafii IBENRISSOUL, Maroc
Michel LELART, France
Laura MARCU, Roumanie
Boniface MBIH, France

Isabel MOCOROA-VEGA, Espagne
Mbodja MOUGOUE, États-Unis
Thierry PAIRAULT, France
Jacques POISAT, France
Jean-Christophe POUTINEAU, France
Carlos QUENAN, Argentine
Marek RATAJCZAK, Pologne
Alain REDSLOB, France
Xavier RICHEL, France
Jeannette ROGOWSKI, États-Unis
Paul ROSELE CHIM, France
Claudio RUFF ESCOBAR, Chili
Baiba ŠAVRINA, Lettonie
Lansana SEYDI, Brésil
Viatcheslav SHUPER, Russie
Abdou THIAO, Sénégal
Roger TSAFACK NANFOSSO, Cameroun
François VAILLANCOURT, Canada

Comité de rédaction

Krzysztof MALAGA, rédacteur en chef, USEGP, Pologne
Małgorzata MACUDA, secrétaire de rédaction, USEGP, Pologne

Eliza SZYBOWICZ, soutien éditorial, USEGP, Pologne
Marta DOBRECKA, rédactrice technique, USEGP, Pologne

© Copyright by Association Internationale des Economistes de Langue Française, Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań
Paris, Poznań 2021

La RIELF offre son contenu complet en accès libre sous licence Creative Commons BY NC SA 4.0

ISSN 2551-895X
e-ISSN 2727-0831

Edition digitale et imprimée
Editions de l'Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań
Projet de couverture : Izabela Jasiczak, Bernard Landais, Krzysztof Malaga, Eduardo Téllez

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos (KRZYSZTOF MALAGA)	3
BERNARD LANDAIS Une théorie du développement économique	7
PIOTR BANASZYK, PRZEMYSŁAW DESZCZYŃSKI, MARIAN GORYNIA, KRZYSZTOF MALAGA Prémises pour la modification de certains concepts économiques causées par la pandémie de Covid-19	33
ABDOU THIAO, SOULEYMANE OUONOGO La mobilisation des ressources fiscales en Afrique subsaharienne : quel rôle des flux financiers illicites ?	61
HAMIDOU SAWADOGO Effets de la corruption sur l'activité bancaire en Afrique subsaharienne (AfSS)	79
ADOUM GUELEMINE WEIBIGUE Subventions d'engrais et productivité agricole dans la Vallée du Fleuve Sénégal	101
CHEIKH TIDIANE NDOUR, ADAMA FAYE Commerce international, croissance économique et environnement au Sénégal	115
MOUKPÈ GNINIGUÈ, TOM-IRA ZOU TCHALIM Effet de l'émigration sur la transformation structurelle de la Communauté Éco- nomique des États de l'Afrique de l'Ouest	129
MADOU CISSÉ, FALINGUÉ KEITA Déterminants de l'adoption de l'Internet mobile par les consommateurs Maliens	151
ABDOUL KARIM DIAMOUTENE Effets des transferts de fonds internationaux sur l'utilisation du crédit par les exploitants agricoles au Mali	172

ANTOINE NGAKOSSO

**Réexamen de l'hypothèse des déficits jumeaux dans les pays en développement :
cas du Congo**..... 189

FERDINAND MOUSSAVOU

**Investissements directs étrangers et croissance économique au Congo-Brazzaville :
une étude par l'approche vectorielle à correction d'erreur (VECM) pour la période
de 1980 à 2016**..... 213

SUBVENTIONS D'ENGRAIS ET PRODUCTIVITÉ AGRICOLE DANS LA VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL

Fertilizer subsidies and agricultural productivity in the Senegal River Valley

ADOUM GUELEMINE WEIBIGUE¹

Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Département d'Économie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal
adoumfort@gmail.com
ORCID : 0000-0002-5427-2437

Abstract : Several subsidy programs have been initiated in Senegal to improve agricultural productivity. Thus, this article aims to analyze the impact of fertilizer subsidies on the productivity of farmers. To do this, we first use the stochastic frontier approach to calculate the efficiency scores and then, a censored two-stage Tobit model to capture the effect of subsidies on producer productivity. Results obtained from survey data collected from 125 households in the Senegal River Valley indicate that fertilizer subsidy programs have significantly improved rice productivity. The results suggest several measures aimed at making these programs more effective.

Keywords : subsidy, fertilizers, agricultural productivity, border approach.

Résumé : Plusieurs programmes de subventions ont été initiés au Sénégal pour améliorer la productivité agricole. Ainsi, cet article se propose d'analyser l'impact des subventions de l'engrais sur la productivité des agriculteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal. Pour cela, nous utilisons dans un premier temps l'approche des frontières stochastiques pour calculer les scores d'efficience et dans un second temps, un modèle Tobit censuré à deux étapes pour capter l'effet des subventions sur la productivité des producteurs. Les résultats obtenus à partir des données d'enquête collectées auprès de 125 ménages de la Vallée du Fleuve Sénégal indiquent que les programmes de subvention d'engrais ont significativement amélioré la productivité rizicole. Les résultats suggèrent plusieurs mesures allant dans le sens de rendre davantage efficaces ces programmes.

Mots-clés : subvention, engrais, productivité agricole, approche des frontières.

JEL Classification : Q16, Q12, Q18, H22.

¹ Université Cheikh Anta Diop de Dakar BP 5683, Dakar fann, Sénégal.

Introduction

En Afrique, le secteur agricole occupe une place importante : il fournit près de 65% des emplois et contribue à hauteur de 35% du Produit Intérieur Brut (PIB) (Banque Mondiale, 2013). Au Sénégal, il est également le principal pourvoyeur d'emplois du pays avec 36% d'emploi total et occupe plus de 73,5% des ménages en milieu rural (RGPHAE², 2013).

L'agriculture joue un rôle clé dans la réduction de la pauvreté, la création de richesse et surtout l'amélioration de la sécurité alimentaire. Etant essentiellement pluviale et saisonnière, le secteur agricole au Sénégal repose à la fois sur des cultures de rente (arachide, coton) et sur des cultures vivrières de subsistance (mil, maïs, riz, sorgho, niébé). Les cultures vivrières sont pratiquées par 91% des producteurs agricoles qui occupent généralement des petites superficies. Selon la Banque Mondiale (2007), les petits producteurs contribuent significativement à la croissance économique et à la réduction de la pauvreté au Sénégal (Banque Mondiale, 2007). Cependant, ils sont confrontés à plusieurs problèmes, notamment à l'utilisation des technologies agricoles (par exemple, les engrais et les variétés des semences améliorées) qui sont essentielles pour une productivité accrue et au problème de trésorerie. Selon Duflo, Kremer et Robinson (2011), une faible utilisation des intrants externes peut entraîner une baisse de productivité des céréales de 45%.

Ainsi ces dernières années, à l'instar de plusieurs pays africains, le Sénégal a initié des programmes de subvention pour lutter contre la productivité stagnante et promouvoir la sécurité alimentaire (FAO, 2016). A cet effet, l'agriculture sénégalaise bénéficie d'un soutien constant de l'Etat. Ceci à travers plusieurs instruments, parmi lesquels figurent en bonne place les subventions aux intrants. L'agriculture sénégalaise a été depuis la période coloniale subventionnée et elle continue de recevoir un soutien important de la part du gouvernement. Cette politique de subvention a été adoptée par les autorités publiques entre 1960 et 1970 avec pour objectif de lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire, bien avant le programme d'ajustement structurel en 1990 (IPAR, 2015). Selon une étude menée en 2015 par le Consortium pour la Recherche Economique et Sociale (CRES), depuis la déclaration d'Abuja, le gouvernement sénégalais a accordé des subventions agricoles d'un montant de 36,3 milliards de F CFA en 2011. Soit une augmentation de 484 fois sur une période de 10 ans par rapport à 2001, lorsque cette subvention était de 75 millions de F CFA. Ces subventions sont généralement orientées vers les semences, les engrais et le matériel agricole.

Les engrais sont les plus visés par des programmes de subvention. Quelque 30% des subventions agricoles visaient à améliorer la disponibilité et l'utilisation

² Recensement Général de la Population, de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage.

d'engrais grâce à une réduction des prix (Rickert-Gilbert, 2013). Récemment, entre 2011 et 2012, près de la moitié du budget de subventions de 30,9 milliards de F CFA était consacré aux engrais (Seck, 2016). Cela serait même une tendance en Afrique subsaharienne où les gouvernements consacrent environ 1000 milliards de F CFA par an aux programmes de subvention des engrais (Rickert-Gilbert, 2013). Le principal objectif des efforts de l'Etat du Sénégal dans le secteur agricole en matière de subvention est d'assurer la sécurité alimentaire grâce à une bonne productivité agricole. Cette relation entre subvention et productivité soulève un fort intérêt ces dernières années. En effet, des études récentes tendent à montrer que les subventions des engrais peuvent améliorer l'utilisation des intrants et la productivité agricole (Rickert-Gilbert, 2013 ; Seck, 2016). Il est possible qu'une diminution des prix relatifs des engrais permette aux producteurs agricoles d'être plus efficaces dans l'utilisation des intrants.

Cependant, la productivité des agriculteurs sénégalais reste encore faible, ce qui pourrait laisser croire que la subvention des engrais n'a peut-être pas apporté les avantages attendus. Certains auteurs soutiennent cette assertion. Par exemple Seck (2016) considère qu'en baissant le prix des engrais, les subventions peuvent conduire à une utilisation inefficace de l'intrant. En effet, la réponse des agriculteurs à ces incitations pourrait être une substitution vers des cultures qui répondent le mieux aux engrais mais qui ne sont pas nécessairement plus productives.

En revanche, d'autres chercheurs trouvent que les effets des subventions des engrais sur la production et la productivité agricoles sont significatifs et positifs (Ricker-Gilbert, Janes, & Chirima, 2011 ; Seck, 2016 ; Chibwana, Fisher, Jumbe, Master, & Shively, 2010 ; Duflo et al., 2011 ; Mason, Jayne, & Mukuba, 2013 ; Wiredu, Zeller, & Diagne, 2015 ; Sibande, Baley, & Davidova, 2017 ; Minviel & De Witte, 2017). Ricker-Gilbert et collaborateurs (2011) constate qu'un kilogramme (kg) supplémentaire d'engrais subventionné augmente la production de maïs de 1,82 kg pour l'année en cours et 3,16 kg la troisième année d'utilisation d'engrais subventionné sur la même parcelle agricole. Analysant l'impact des subventions des engrais sur la productivité des terres et du travail au Ghana, Wiredu et collaborateurs (2015) estiment que l'utilisation des engrais subventionnés augmente la production de riz de 29 kg par hectare. Récemment, une étude de Seck (2016) qui analyse les effets des engrais subventionnés sur la productivité de riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal, constate que la subvention des engrais permet aux agriculteurs d'être efficaces dans la production. Ainsi, l'objectif de cet article est d'étudier la relation entre subventions des engrais et productivité de riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal.

Ce papier contribue à la littérature sur les allocations de subventions aux intrants dans les pays en développement. Les travaux de recherche qui se sont intéressés à cette problématique dans l'espace considéré s'avèrent encore insuffisants.

Le reste de cet article est organisé de la manière suivante. La deuxième section présente les politiques de subventions de l'agriculture menées au Sénégal.

La troisième expose une revue théorique et empirique sur la subvention des engrais et sur la productivité agricole. La quatrième partie déroule le cadre méthodologique. Enfin, la cinquième et dernière section présente les différents résultats obtenus, la conclusion et les implications de politiques économiques.

1. Les politiques de subventions de l'agriculture au Sénégal

Au Sénégal, l'agriculture occupe une place stratégique dans les politiques de développement économique de l'Etat. Elle est considérée comme un outil de transformation structurelle et de croissance inclusive. Cela a été réaffirmé dans le Plan Sénégal Emergent (PSE) initié en 2012, qui vise une révolution économique et sociale à l'horizon 2035. Pour cela, plusieurs programmes agricoles ont été mis en place pour soutenir les agriculteurs à augmenter leur capacité de production par une facilitation de l'accès aux intrants agricoles et plus particulièrement aux engrais. D'après Seck (2016), le rôle crucial de l'agriculture dans le bien-être de la population est compris depuis longtemps par les décideurs sénégalais et les partenaires de développement étrangers. Le gouvernement du Sénégal s'est activement impliqué dans le secteur agricole durant la période allant de 1960 à 1980.

A partir des années 1980, le gouvernement a changé radicalement sa politique du développement rural et agricole. Les Programmes d'ajustement structurel ont été adoptés avec un désengagement progressif de l'Etat. Ils débutent avec le Plan de Redressement Economique et Financier (PREF) qui se déroule de 1980 à 1984 avec pour but de desserrer la contrainte financière de l'Etat. Cette politique se traduit par une réorientation du soutien de l'arachide (produit de rente) vers les céréales. Surtout que les exportations arachidières n'arrivent pas à couvrir les importations de riz qui est l'aliment de base de la population sénégalaise. Cette période se caractérise aussi par une baisse de la distribution et de la consommation d'engrais qui découle de la faillite de l'Office National de Coopération et d'Assistance au Développement (ONCAD). Cependant, l'Etat, durant cette période a tenté de soutenir la distribution d'engrais par des organismes parapublics et le maintien des subventions. Ainsi, le PREF constituait un support à la Nouvelle Politique Agricole (NPA). La NPA définie pour la décennie 1985-1994 s'était fixée comme objectif d'atteindre l'autosuffisance alimentaire à hauteur 80% en 2000. Au début, cette politique semblait porter ses fruits avec un niveau de production céréalière record de 1 235 000 tonnes en 1986. Durant cette période, des programmes d'ajustement sectoriel ont été mis en place avec pour objectif de réduire l'intervention de l'Etat et d'augmenter l'investissement du secteur privé. Ce désengagement du gouvernement a occasionné de fortes baisses de consommation d'engrais avec la suppression des subventions de l'Etat, entraînant ainsi un démantèlement du système d'encadrement du monde rural.

Suite à l'échec de la NPA, le Programme d'Ajustement du Secteur Agricole (PASA) fut mis en place à partir de 1995 dans la poursuite du désengagement de l'Etat. Dans les années 2000, le gouvernement a initié des programmes spéciaux de subventions des intrants sur des cultures spécifiques telles le manioc, le maïs, le sésame, etc. (IPAR, 2015), à partir de la campagne 2004–2005. Cette politique de subvention s'est étendue au matériel agricole avec la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA) initiée en réponse à la crise alimentaire mondiale de 2007–2008 qui n'a pas laissé le Sénégal en marge. A cette occasion, de 4,6 milliards de F CFA en 2004/2005, le montant total des subventions a atteint 18 milliards de F CFA en 2012/2013.

Cette période coïncide avec la mise en œuvre du Programme de Renforcement et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS) qui est une reformulation des stratégies pour l'atteinte rapide des objectifs (IPAR, 2015). Le PRACAS s'était fixé ainsi comme objectif d'atteindre l'autosuffisance en riz et en oignon en fin 2019 avec des productions respectives de 1 600 000 tonnes et 350 000 tonnes. Pour cela, plusieurs défis doivent être levés, notamment le marché des engrais qui est monopolisé par la société des Industries Chimiques du Sénégal (ICS) via sa filiale SENCHIM. A partir de 2006, l'Etat du Sénégal a décidé d'importer une partie des engrais, car l'ICS n'arrivait plus à couvrir entièrement les besoins locaux de plus en plus grandissants. Le Ministère de l'Agriculture et de l'Equipement Rural (MAER) se charge ainsi de la distribution de ces engrais subventionnés. Le MAER fixe aussi le prix des engrais subventionnés tenant compte de l'offre et de la quantité importée.

2. Revue théorique et empirique sur les subventions des engrais et la productivité Agricole

Par définition, une subvention est un soutien financier versé par l'Etat à un agent économique privé, un ménage, une association ou une entreprise (IPAR, 2015). Ce soutien a pour but d'aider à une réalisation d'activités d'intérêt général. Selon IPAR (2015), parfois, il peut s'agir de venir en aide à des acteurs du secteur privé jugés « stratégiques », politiquement sensibles (sauver l'emploi, sauver l'agriculture) ou dont la défaillance engendrerait des effets de domino (*too big to fail*). Ainsi, la subvention est une question très importante. Elle constitue un levier qui permet non seulement de soutenir le secteur productif, mais aussi de protéger une catégorie d'acteurs économiques.

La subvention a toujours été au cœur des débats. Dès le 16^{ème} siècle, les mercantilistes soulignait la nécessité d'une protection nationale particulièrement les entreprises par des incitations douanières mais également par des subventions. Ce

point de vue est partagé par l'école keynésienne qui prône l'intervention de l'Etat dans la politique économique. Selon Keynes, l'optimum économique ne peut être atteint avec une économie laissée à elle-même. Cependant, Adam Smith soulève les limites de l'interventionnisme de l'Etat. Selon lui, dans le cadre du marché de la concurrence pure et parfaite, les interventions de l'Etat ne s'avèrent pas nécessaires. L'offre et la demande permettent d'équilibrer le marché. Mais, les subventions peuvent aussi créer des dysfonctionnements sur le marché qui va se manifester par un prix élevé ou encore par un déséquilibre au niveau de la concurrence. En réalité, un doute se pose quant à l'efficacité de la subvention et au coût associé à sa mise en place (IPAR, 2015). La politique appropriée devrait être choisie après une sérieuse concertation entre tous les acteurs afin de mesurer les gains et les pertes qui découleront de cette mesure. Les subventions peuvent être utilisées comme moyen permettant de corriger les défaillances du marché pouvant aider à l'équilibre des coûts et avantages sociaux.

Le débat sur les subventions agricoles intéresse aussi les partenaires économiques, en particulier l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC). En 2006, cette dernière avait initié un accord sur l'agriculture qui prévoit des engagements de réduction aussi bien sur des mesures internes que des subventions à l'exportation. Cet accord permet de rétablir les prix des marchandises sur le marché international ; car les pays riches avaient tendance à subventionner massivement leurs produits agricoles, ce qui ferait baisser les prix à l'international et donc favoriser les uns au détriment des autres. Les pouvoirs publics font constamment face à un dilemme entre une politique de soutien des prix agricoles garantissant un revenu « acceptable » aux producteurs et une politique de faible prix alimentaire permettant de préserver le pouvoir d'achat des consommateurs. Ainsi, les décideurs doivent trouver un moyen de soutenir les prix agricoles pour assurer aux agriculteurs un revenu leur permettant de pérenniser leur activité et d'accroître leur productivité. Malgré son caractère politique, la subvention reste un outil économique qui est utilisé pour protéger des secteurs à fort impact social.

A l'instar de nombreux autres pays de l'Afrique subsaharienne, le Sénégal consacre la moitié du budget agricole aux subventions des engrais (Morris, Kelly, Kopicki, & Byerlee, 2007). Et ce, dans but d'atteindre l'autosuffisance alimentaire par une forte productivité agricole.

Ainsi, plusieurs spécialistes de l'agriculture voient l'utilisation des intrants, notamment des engrais comme la clé de la productivité agricole. Montrant la forte relation qui existe entre l'utilisation des engrais et la productivité, ils expliquent qu'un engrais subventionné permet fortement d'améliorer la productivité.

Empiriquement, certains travaux trouvent une relation positive et significative entre la subvention des engrais et la productivité agricole. Duflo et collaborateurs (2008) ont plaidé en faveur des subventions d'engrais au Kenya et d'autres pays en développement ayant des agriculteurs pauvres. Ils ont montré de manière empirique dans le cas de l'ouest du Kenya, où l'utilisation d'engrais est faible, que les engrais

ont des taux annualisés de rendement compris entre 52% et 85%. Un agriculteur qui cultive 0,93 hectare de terre, à l'aide d'engrais voit une augmentation nette de son revenu de maïs corrigé des coûts d'intrant d'environ 9,59 \$ à 15,68 \$ par saison. Cartel, Laajij et Yang (2016) ont exploré à partir d'une expérience aléatoire au Mozambique, l'impact temporaire des subventions agricoles aux engrais sur la performance des agriculteurs. Ils arrivent à la conclusion que seuls les bénéficiaires de subventions d'engrais ont vu leur productivité augmentée.

Bardhan et Mookherjee (2011) ont utilisé des données de panel du Bengale occidental pour évaluer l'effet des engrais agricoles subventionnés sur la productivité. Au niveau des villages, ils estiment que l'utilisation des semences améliorées et des engrais a contribué à une augmentation moyenne des rendements de plus de 45%.

Sibande et collaborateurs (2017) ont examiné les effets des subventions des engrais sur la productivité et la commercialisation du maïs au Malawi. A cet effet, ils utilisent les données d'enquête nationale collectées entre 2010 et 2013. Les résultats indiquent que les engrais subventionnés augmentent la productivité et la commercialisation des maïs.

Au Malawi, Gilbert-Ricker et Janes (2011) utilisent des données de panel de l'enquête ménage pour mesurer l'incidence de l'utilisation d'engrais subventionné sur le bien-être des ménages agricoles. En tenant compte des endogénéités potentielles des engrais subventionnés à cause de son caractère aléatoire, ils arrivent à la conclusion que la réception d'engrais subventionné au cours des trois dernières précédentes a un effet positif et significatif sur la productivité de maïs.

En 2012, Rickert-Gilbert et Jayne (2012) utilisent trois vagues de données de panel représentatives au niveau national du Malawi pour estimer l'impact d'un kilogramme supplémentaire d'engrais sur la productivité de maïs des petits producteurs. Pour cela, ils utilisent la régression quantile. Il ressort des résultats qu'un kilogramme supplémentaire d'engrais impact à hauteur de 0,8 \$ supplémentaire au 90ème centile de la valeur de la distribution totale de la production agricole.

Chibwana et collaborateurs (2010) mesurent l'impact du programme de subventions des intrants de 2009 au Malawi sur le rendement de maïs. En utilisant trois séries de données de panel et la régression de variable instrumentale pour contrôler la sélection endogène dans le programme de subvention. Les résultats montrent une corrélation positive et significative entre la participation au programme et l'intensité d'utilisation d'engrais.

3. Cadre méthodologique

Cette section est consacrée, dans un premier temps à la présentation du modèle d'estimation de l'efficacité technique. Ensuite, à la présentation de l'estimation empirique du modèle. Dans un dernier temps, à la description des données de l'étude.

3.1. Modèle d'estimation de l'efficacité technique

Pour réaliser cette étude, nous optons pour la méthode paramétrique stochastique afin de mesurer le niveau d'efficacité des producteurs de riz. La productivité agricole est captée par le niveau d'efficacité des producteurs rizicoles.

Initialement, l'approche stochastique a été proposée par Aigner et al. (1997) et Meeusen et van den Broeck (1977). Elle prend en compte les limites de la fonction frontière déterministe. Jondrow et al. (1982) est l'un des initiateurs de cette méthode d'estimation des indices d'efficacité technique spécifique à chaque entreprise. La formulation se présente comme suit:

$$Y_i = f(X_i; \beta)e^{V_i - U_i} \quad (1)$$

avec $i = 1, 2, \dots, n$ ($n =$ taille de l'échantillon).

La variable Y_i désigne la production de l'entreprise i , les variables X_i désignent les quantités de chacun des inputs qui ont servi à produire Y_i ; β est vecteur des paramètres associés à X_i à estimer.

Le terme d'erreur est séparé en deux parties V_i et U_i . Le terme aléatoire V_i est associé aux facteurs aléatoires qui ne sont pas sous le contrôle de l'entreprise comme le climat; les inondations, l'invasion d'oiseaux dévastateurs, etc., et aux erreurs de mesure et d'autres erreurs statistiques. U_i représente la variable aléatoire traduisant l'efficacité technique, en terme de production de l'entreprise. Par hypothèse, les V_i sont indépendamment et identiquement distribué (iid) selon la loi normale $(0, \sigma_v^2)$, et les U_i sont définies positivement avec une distribution asymétrique et indépendante et de celle des V_i .

La méthode du maximum de vraisemblances (maximum likelihood estimation) est utilisée pour estimer les paramètres du modèle. Le niveau d'efficacité technique est utilisée pour estimer les paramètres du modèle. Le niveau d'efficacité technique (ET) de l'entreprise i est donné par la formule suivante:

$$ET_i = e^{-U_i} \quad (2)$$

L'interprétation des résultats est basée sur les expressions mathématiques suivantes qui sont présentées en termes de paramètres de variance:

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \rho_u^2 \text{ et } \gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2 \text{ avec } 0 \leq \gamma \leq 1$$

Le ratio de variance γ est un indicateur important dans la spécification et la variance du modèle. Il mesure la part de la contribution de l'erreur due à l'inefficacité technique (γ) dans la variance totale de l'output.

3.2. Estimation empirique du modèle

La fonction de production frontière stochastique de type Cobb-Douglas est le modèle utilisé dans cette étude pour estimer le niveau de l'efficacité technique des producteurs de riz. Elle est de la forme:

$$\ln(PROD_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(SUP_i) + \beta_2 \ln(TRAV_i) + \beta_3 \ln(QUANTENGR_i) + \beta_4 \ln(MATAGR_i) + \beta_5 \ln(QUANTSEM_i) + V_i - U_i \quad (i = 1, 2, \dots, 125) \quad (3)$$

où:

- $PROD_i$: quantité de riz récoltée par le producteur i . Elle est exprimée en kilogrammes ;
- $TRAV_i$: quantité de travail utilisée par l'exploitant. Elle est exprimée en hommes-jours ;
- $QUANTENGR_i$: quantité d'engrais utilisée par le producteur i . Elle est exprimée en kilogramme ;
- $QUANTSEM_i$: quantité de semence utilisée par producteur i . Elle est exprimée en kilogramme ;
- $MATAGR_i$: matériel agricole utilisé par producteur i .
- SUP_i : superficie emblavée pour riz par exploitation. Elle est exprimée en hectares (ha).

La méthode de maximum de vraisemblances a été utilisée pour obtenir les paramètres des frontières de production (σ^2 , γ et les β). Ces paramètres sont analysés suivant leur signe et leur significativité. Selon théorie néoclassique du producteur, le signe positif est attendu pour tous les facteurs de production.

3.3. Description des données de l'étude

Les données utilisées dans cet article ont été collectées en 2018 dans le cadre du projet technologie de Placement Profonde de l'Urée super granulée (PPU) pour une hausse substantielle des rendements de riz et une baisse des charges de production. Ce projet est réalisé par l'Institut sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), en étroite collaboration avec la Société Nationale d'Aménagement d'Exploitation des terres du Delta et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED) et l'Agence Nationale du Conseil Agricole et Rural (ANCAR). Dans le cadre du dit projet, 308 exploitations de référence ont été sélectionnées aléatoirement dans les zones de Podor et Matam. Pour réaliser cet article, nous avons travaillé avec un échantillon de 125 riziculteurs. Cet échantillon a été choisi par rapport à la disponibilité des variables après apurement de la base de données. Sur cet échantillon de 125 producteurs agricoles, 122 d'entre eux ont bénéficié de subvention des engrais. Ceci

montre un effort fourni par le gouvernement en matière de subvention au profit des riziculteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal.

4. Résultats et discussion

Le tableau 1 présente les caractéristiques du système de culture pratiqué par les producteurs étudiés. L'analyse de ce tableau montre que la quantité moyenne d'utilisation d'engrais est de 45,14kg/ha et l'on constate une grande hétérogénéité de la demande et la subvention semblé avoir un effet positif. La superficie moyenne des exploitations rizicoles de notre échantillon est de 2,95 ha. La quantité de la main-d'œuvre utilisée est en moyenne de 3 personnes. Le rendement moyen est de près de 2,52 tonnes par hectare. La quantité de la production est de 2924,09 kg.

Tableau 1. La description de certaines variables liées à la production et à l'efficience

	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
Production	2924,09 kg	919,11	1000	6630
Rendement	2,52 tonnes	1,37	0,75	6
Superficie	2,95 hectares	1,63	0,4	4
Quantité de semences	44,94 kg	7,19	30	140
Main d'œuvre	3 personnes	1,09	1	13
Quantité d'engrais utilisée	45,14 kg	33,2	31,7	102,6
Prix subventionné des engrais (F CFA)	117,6	–	10	500
Prix (F CFA)	245,4	–	26	500
Matériels Agricoles	1,48	0,85	0	3
Distance	2,8 km	3,8	0,005	10

Source : Auteurs à partir des données (Ndiaye & Fall, 2019).

L'analyse de la distribution des scores individuels d'efficience technique (tableau 2) montre un score moyen de 78,1% des riziculteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal. Aucun riziculteur ne se situe sur la frontière de production (leur score d'efficience technique est inférieure à 100%). Environ 31,2% des riziculteurs sont très proches de la frontière de production.

La fonction de production utilisée pour estimer le modèle est de type Cobb-Douglas en forme logarithmique. Les résultats du modèle estimé sont présentés dans le tableau 3. La distribution spécifiée pour le terme d'inefficience est la distribution exponentielle et celle du terme aléatoire est la loi normale. Le test d'absence d'inefficience effectuée rejette l'hypothèse nulle (significativité de σ_u). Une régression par les moindres carrés est vérifiée et justifiée.

Tableau 2. La distribution des scores d'efficacité technique

Scores d'efficacité technique	Nombres d'exploitants	Fréquences relatives en %
0,50 – 0,75	4	3,20
0,75 – 0,875	82	65,60
0,875 – 1,00	39	31,20
Total	125	100
Moyenne		78,1
Ecart-Type		77
Min		50
Max		100

Source : Auteurs, estimation sur la base des données de l'enquête (Ndiaye & Fall, 2019).

En conséquence, le rapport entre la variance de l'inefficacité technique et la variance de l'inefficacité totale est de 95%. Ceci signifie que 95% de l'inefficacité technique du système de production des riziculteurs enquêtés résulte des producteurs eux-mêmes et l'inefficacité expliquée par les facteurs aléatoires représente seulement 5%.

Toujours conformément au tableau 3, il s'avère que seules les variables quantité de semences utilisées et le matériel agricole sont statistiquement significatives respectivement au seuil à 10% et 1%.

Le coefficient de la quantité de semences à l'hectare est de 0,416. Cela signifie que lorsque la quantité de semence augmente de 1%, la production du riz augmente de 41,6%, toutes choses étant égales par ailleurs. Ce résultat implique que les semences sont un levier sur lequel, il est possible d'agir pour augmenter la productivité de la terre. En d'autres termes, il est possible d'améliorer la productivité de la terre en

Tableau 3. Résultat de l'estimation de la fonction de production stochastique

Les variables du modèle	Coefficients	Ecart-type
Log quantité semences	0,416*	0,213
Log quantité engrais	-0,00213	0,521
Log superficie	-0,15	0,58
Log main d'œuvre	0,188	0,229
Log Matériel agricole	0,568***	0,0656
Constante	-0,0735	0,865
Ln σ^2_v	-2,633***	0,358
Ln σ^2_u	-2,932**	1,298
Sigma v	0,268	0,0479
Sigma u	0,23	0,149
σ^2	0,125	0,475
lambda	0,86	0,193

Note : (*) Significatif au seuil de 10%, (**) significatif au seuil de 5% et (***) significatif au seuil 1%.

Source : Auteur, estimation sur la base des données de l'enquête (PPU).

jouant sur la densité des semis. En ce qui concerne le matériel agricole, les résultats de l'estimation de la fonction de production stochastique indiquent qu'une augmentation de 1% de matériel agricole entraîne une augmentation de près de 57% de productivité agricole.

Le tableau 4 présente les résultats de l'estimation du modèle Tobit censurée à deux étapes avec l'efficacité technique comme variable dépendante. Quatre variables indépendantes ont été choisies. Il s'agit de la variable « Distance » exprimée en km, et mesure le parcours entre le champs et lieu d'habitation de l'agriculteur. La variable « Mode d'acquisition des terres » est une variable binaire (1 si est propriétaire de la terre, 0 sinon). La variable « Appartenance à une OP » définit l'appartenance d'un agriculteur à une organisation paysanne. Cette variable est binaire (1 si l'agriculteurs appartient à une organisation paysanne ; 0 sinon). La variable « Accès à la subvention » est une variable dichotomique (1 si l'agriculteur a bénéficié de la subvention d'engrais ; 0 sinon). La variable « Zone » est une variable binaire (1 : Podor ; 0 : Matam).

L'analyse des déterminants de l'efficacité technique montre que les variables telles que « Distance » et « accès à la subvention » sont statistiquement significatifs à 10%, l'appartenance à une OP et la zone sont significatifs à 5%. Notre résultat indique que l'accès aux subventions augmente la productivité agricole des producteurs. Ce qui nous laisse penser que le programme de subvention a effectivement contribué à une amélioration de l'efficacité des agriculteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal. Il est conforme à aux résultats obtenus dans la littérature par des auteurs tels que Ricker-Gilbert et Janes (2011), Seck (2016).

Tableau 4. Les déterminants de l'efficacité technique par le modèle de Tobit

	Coefficients	Ecart-type
Distance	0,006*	0,00294
Mode d'acquisition des terres	0,0404	0,0233
Zone	-0,266**	0,112
Appartenance à une OP	0,016**	0,0431
Accès à la subvention	0,0067*	0,00341

Note : (*) Significatif au seuil de 1%, (**) significatif au seuil de 5%, (***) significatif au seuil de 10%.

Source : Auteur, estimation sur la base des données de l'enquête (PPU).

Conclusion et implications de politiques économiques

L'objectif principal de ce travail était de mesurer l'effet de la subvention des engrais sur la productivité du riz dans la vallée du fleuve Sénégal. A partir de la littérature existante, plusieurs méthodes ont été identifiées pour analyser la productivité, mais

aussi pour identifier les facteurs susceptibles d'expliquer cette productivité de riz. Suite aux développements sur les différentes méthodes d'estimation, nous avons choisi d'étudier la productivité du riz selon l'approche dite des frontières stochastiques. Cette dernière nous a permis d'estimer des scores d'efficience qui mesurent le degré auquel les producteurs obtiennent de meilleur résultat avec les moyens mis en œuvre et les technologies données. Nous avons choisi d'orienter notre travail sur l'efficience technique par rapport au riz. Principale denrée de consommation au Sénégal, le riz représente un enjeu particulièrement important pour les pouvoirs publics qui essaient pendant plusieurs années, d'atteindre l'autosuffisance par la mise en place de divers projets et programmes. Par la suite, nous avons recouru à une régression Tobit censuré à deux étapes pour identifier les facteurs explicatifs de l'efficience technique. Les résultats montrent que l'appartenance à une OP et l'accès à la subvention, sont positives et significatives par contre la distance est significative mais négative ce qui conduirait à réduire l'inefficience technique.

En termes d'implications de politiques, nous suggérons aux pouvoirs publics de faciliter l'accès aux subventions et d'octroyer davantage de subventions aux producteurs du riz. Ceci leur permettra d'être plus efficaces et plus compétitifs.

References

- Aigner, D. J., Lovell, C. K. L., & Schmidt, P. (1997). Frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- Banque Mondiale. (2007). *Dimensions structurelles de la libéralisation pour l'agriculture et le développement rural*. Retrieved from <http://www.worldbank.org/afr/ruralstruc>
- Banque Mondiale. (2013). *L'emploi des jeunes en Afrique subsaharienne*. Forum Pour Le Développement de l'Afrique, 317.
- Bardhan, P., & Mookherjee, D. (2011). Subsidized farm input programs and agricultural performance : A farm-level analysis of West Bengal's Green Revolution, 1982-1995. *American Economic Journal : Applied Economics*, 3(4), 186-214.
- Carter, M., Laajij, R., & Yang, D. (2014). Des subventions provisoires d'intrants ont des impacts durables sur l'adoption technologique et la pauvreté au Mozambique. *INRAE Sciences Sociales*, 2.
- Chibwana, C., Fisher, M., Jumbe, C., Master, W. A., & Shively, G. (2010). Measuring the impacts of Malawi's farm input subsidy program. *African Association of Agricultural Economists*, 9(2), 1-16.
- Duflo, E., Kremer, F., & Robinson, J. (2011). Nudging farmers to use fertilizer: Theory and experimental evidence from Kenya. *American Review*, 101(6), 2350-2390.
- FAO. (2016). *Socio-economic context and role of agriculture*. Country fact sheet on food and agriculture policy trends.

- IPAR (Initiative Prospective Agricole et Rurale). (2015). *Subventions des intrants agricole au Sénégal : Controverses et réalités*. Rapport annuel sur l'État de l'agriculture et du monde rural au Sénégal.
- Jondrow, J., Lovell, C. K. L., Ivan, S., & Schmidt, M. (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometric*, 19(2-3), 233-238.
- Mason, N. M., Jayne, T. S., & Mukuba, R. (2013). Zambia's input subsidy programs. *Agricultural Economics*, 44(6), 613-628.
- Meeusen, W., & van den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18, 435-444.
- Minviel, J. J., & De Witte, K. (2017). The influence of public subsidies on farm technical efficiency : A robust conditional nonparametric approach. *European Journal of Operational research*, 259(3), 1112-1120.
- Morris, M., Kelly, V. A., Kopicki, R. J., & Byerlee, D. (2007). *Fertilizer use in African agriculture : Lessons learned and good practice guidelines*. Washington, DC : The World Bank.
- Ndiaye, M., & Fall, A. A. (2019). La technologie du placement profond de l'urée granulée sur la culture du riz répliqué dans la Vallée du Fleuve Sénégal et le Bassin de l'anambé. *Agronome Phytotechnicien*, 2.
- Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage (RGPHAE). (2013). *Rapport définitif*. ANSD.
- Ricket-Gilbert, J. (2013). Wage and employment effect of Malawi's fertilizer subsidy program. *Agricultural Economics*, 45(3), 337-353.
- Ricket-Gilbert, J., & Janes, T. S. (2011). *What are the enduring effect of fertilizer subsidies on recipient Households? Evidence from Malawi*. East Lansing: Michigan State University.
- Ricket-Gilbert, J., Janes, S., & Chirma, E. (2011). Subsidies and crowding out: A Double-hurdle model of fertilizer Demand in Malawi. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(1), 26-42.
- Ricket-Gilbert, J., & Jayne, T. (2012). Do fertilizer subsidies boost staple crop production and reduce poverty Across the distribution of smallholders in Africa? Quantile regression results from Malawi. *ResearchGate*.
- Seck, A. (2016). *Fertilizer subsidy and agricultural productivity in Senegal*. (Agrodep Working Papers No. 0024).
- Sibandé, L., Baley, A., & Davidova, S. (2017). The impact of farm input subsidies on maize marketing in Malawi. *Food Policy*, 69(C), 190-206.
- Wiredu, A., Zeller, M., Diagne, A. (2015). *Impact for fertilizer subsidy on land labour productivity of rice producing household in North Ghana*. (Center for study of African Economics (CSAE) Conference Contributed Paper, 22-4 March 2015, Oxford).

Alain REDSLOB

Professeur émérite à l'Université Panthéon Assas (Paris 2)

Président de l'AIELF

L'Association Internationale des Economistes de Langue Française (AIELF) réunit des économistes sans parti pris, respectueux des convictions de celles et de ceux qui les portent. Fusion d'une diversité culturelle dans le creuset d'une communauté d'intérêt, elle rassemble universitaires, chercheurs et hommes de culture qui réfléchissent, coopèrent et diffusent une pensée économique vivée à la passion de la langue de Molière.

Vaste est sa mission. Parce qu'elle instaure, élargit et renforce des liens culturels aux fins de propager notre discipline, dans son aspect humain, institutionnel et formel. Parce qu'elle participe au rayonnement de la recherche, favorise l'élévation des niveaux d'éducation et incite les jeunes à s'investir. Parce qu'en écartant toute pompe, elle encourage le rapprochement des peuples en densifiant des échanges propres à la compréhension de cultures si diverses.

Aujourd'hui, les difficultés abondent, les défis se multiplient, les solutions tardent. À vrai dire, l'économie politique se trouve contrainte d'explorer des champs dont l'étendue grandissante n'a de cesse de le disputer à une aridité parfois inquiétante. Aussi, avec l'ardeur qui nous anime, valorisons nos connaissances, suscitons des confrontations d'opinions, propageons des idées neuves, tout en portant haut les couleurs de ce si beau langage qui est le nôtre.

La Revue Internationale des Economistes de Langue Française (RIELF) ambitionne de prendre sa juste part à cet élan avoué et prometteur.

Prof. dr hab. Maciej ŻUKOWSKI

Recteur de l'USEGP

L'Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań est l'une des écoles d'économie et d'affaires les plus anciennes et les plus prestigieuses de Pologne. Depuis 1926, nous développons continuellement l'enseignement supérieur et garantissons des études scientifiques de haute qualité et un développement constant des infrastructures de recherche. Nous préparons de nombreux expertises économiques et réalisons des projets innovants. Une éducation de haute qualité, que nous offrons depuis des années, permet à nos étudiants et diplômés de relever avec succès les défis d'un marché du travail dynamique.

L'innovation de nos méthodes de recherche et d'enseignement a été confirmée par de nombreux classements et réalisations de nos étudiants et employés. Nous combinons notre souci de la meilleure qualité d'enseignement avec le développement de la coopération avec d'autres pays et des pratiques commerciales largement définies.

Dr Claudio RUFF ESCOBAR

Recteur de l'Université Bernardo O'Higgins, Chili

L'Université Bernardo O'Higgins (UBO), de Santiago du Chili, est une fondation sans but lucratif, de droit privé, accréditée par la Commission Nationale d'Accréditation (CNA-Chile), pour sa qualité académique, sa gestion et sa politique en matière de relations extérieures avec la Société. Comptant près de 7.000 étudiants répartis sur quatre facultés offrant des programmes de niveaux Licence, Master et Doctorat, ainsi que des départements et centres de recherche, l'Université a pour axe stratégique de développer l'excellence académique et consolider sa politique d'internationalisation, vecteur de croissance académique et culturelle pour toute la communauté universitaire. Cette stratégie est d'ailleurs distinguée par les ranking internationaux (Scimago et Times Higher Education (THE), et régionaux (Revue América Economía), notamment sur les axes de Recherche et d'ouverture à l'international.

L'Université Bernardo O'Higgins compte plus de 125 accords de coopération internationale, parmi lesquels, nombreux sont célébrés avec des pays francophones, cherchant à promouvoir la Francophonie comme axe stratégique d'internationalisation se positionnant ainsi comme l'Université chilienne la plus engagée dans cette vocation tant sur plan académique, que culturel et linguistique. Depuis 2018, l'UBO est membre actif de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Dans ce contexte, l'adhésion au prestigieux réseau de l'AIELF, et l'organisation de son 61^e Congrès à Santiago du Chili en mai 2019, contribuent largement à enrichir cette vision et au rayonnement de la francophonie en Amérique Latine.

Note aux lecteurs : Les textes à soumettre sont à adresser en version électronique à l'adresse de la revue RIELF Krzysztof.Malaga@ue.poznan.pl

Le « guide de soumission » est disponible auprès de site officiel de la RIELF <http://rielf.aielf.org> ou bien sur le site de l'AIELF : <http://www.aielf.org>

