



Mars 2023

Effet des Subventions de Semences et des Engrais sur l'Efficacité Technique des Riziculteurs du SENEGAL

Mouhamadou Foula Diallo, doctorant en Sciences Economiques au Laboratoire d'Economie Publique (LEP) à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), dmfoula1990@gmail.com, +221 775100993

Abdoulaziz Alhassane Garba, enseignant chercheur au Laboratoire de Finances pour le Développement (LAFIDEV) à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, abdoulaziz.alhassanegarba@ucad.edu.sn, +221 771589921

RESUME

Cette étude avait pour objectif d'analyser l'effet des subventions de semences et des engrais (NPK et urée) sur l'efficacité technique des riziculteurs du Sénégal. Utilisant les données de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) de la Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques Agricole du Sénégal (DAPSA), les résultats de l'estimation du modèle d'Analyse des Frontières Stochastiques (SFA) ont révélé que les riziculteurs du Sénégal ont en moyenne un score d'efficacité technique de 0,545. Ce qui signifie qu'ils peuvent améliorer leur niveau de production actuel de 45,5% tout en maintenant le même niveau d'intrants. Il est également ressorti de cette estimation que la taille de la parcelle réduit le rendement rizicole. En effet, l'exploitation d'une unité additionnelle de la terre baisserait le rendement de 32,8%. Le modèle a également révélé que l'utilisation supplémentaire d'un Kg d'urée entraînerait une baisse du rendement de 11,1%. La main d'œuvre agricole mesurée par la taille du ménage affiche également une relation négative avec le rendement. En effet, l'augmentation d'une personne dans le ménage réduirait le rendement de 28,5%. S'agissant des semences et du NPK, le modèle a révélé qu'ils n'ont aucun effet sur le rendement rizicole.

L'estimation du modèle d'inefficacité technique a révélé que les subventions de semences et de l'urée ont un effet positif et significatif sur l'efficacité technique. En effet, le fait que l'exploitant utilise les semences subventionnées réduit son inefficacité de production de 10,5%. Également, l'utilisation de l'urée subventionnée diminue l'inefficacité de l'exploitant de 5,1%. En revanche, le modèle a révélé que l'utilisation du NPK subventionné n'a aucun effet sur la performance productive rizicole. Concernant l'engrais organique, le modèle a révélé que son utilisation semble augmenter l'inefficacité technique de l'exploitant de 4,4%. Pour ce qui concerne les facteurs socio-démographiques, les résultats ont révélé que l'âge du répondant augmente son niveau d'inefficacité technique. Le fait que l'exploitant soit une femme augmenterait également son inefficacité technique de 9,6%. Pour ce qui concerne la situation matrimoniale de l'exploitant, le modèle a révélé que le fait que le riziculteur soit marié réduit son inefficacité technique de 12,5%. Les résultats ont également indiqué que le fait de ne pas être instruit réduit l'inefficacité technique du riziculteur de 12,2%. Concernant l'accès au crédit, les résultats de l'estimation ont révélé qu'il n'a aucun effet sur l'efficacité technique des riziculteurs du Sénégal.

Mots clés : Subvention de semences ; Subvention des l'engrais (NPK et Urée) ; Efficacité technique ; Riziculteurs du Sénégal

Abstract

The aim of this study was to analyze the effect of seed and fertilizer subsidies (NPK and urea) on the technical efficiency of rice farmers in Senegal. Using data from the Annual Agricultural Survey (EAA) of the Directorate of Analysis, Forecasting and Agricultural Statistics of Senegal (DAPSA), the results of the SFA model estimation revealed that rice farmers in Senegal have on average a technical efficiency level of 0.545. It also emerged from this estimate that the size of the plot reduces the rice yield. Indeed, the exploitation of an additional unit of land would reduce the yield by 32.8%. The model also revealed that the additional use of one Kg of urea would lead to a drop in yield of 11.1%. Farm labor, measured by household size also shows a negative relationship with yield. Indeed, the increase of one person in the household would reduce the yield by 28.5%. Regarding seeds and NPK, the model revealed that they have no effect on rice yield.

Estimation of the technical inefficiency model revealed that seed and urea subsidies have a positive and significant effect on technical efficiency. Indeed, the fact that the farmer uses subsidized seed and urea reduces his technical inefficiency level by 10.5% and 5.1% respectively. In contrast, the model revealed that the use of subsidized NPK has no effect on technical efficiency. Regarding organic fertilizer, the model revealed that their use seems to increase the technical inefficiency of the farmer by 4.4%. The results also indicate that the use of herbicides has no effect on rice farmers' technical efficiency in Senegal. With regard to socio-demographic factors, the results revealed that the respondent's age increases his technical inefficiency. The fact that the farmer is a woman would also increase his technical inefficiency by 9.6%. Regarding the marital status of the farmer, the model revealed that the fact that the farmer is married reduces his technical inefficiency by 12.5%. The results also indicated that being uneducated reduces rice farmer technical inefficiency by 12.2%. Regarding access to credit, the estimation revealed that it has no effect on the technical efficiency of rice farmers in Senegal.

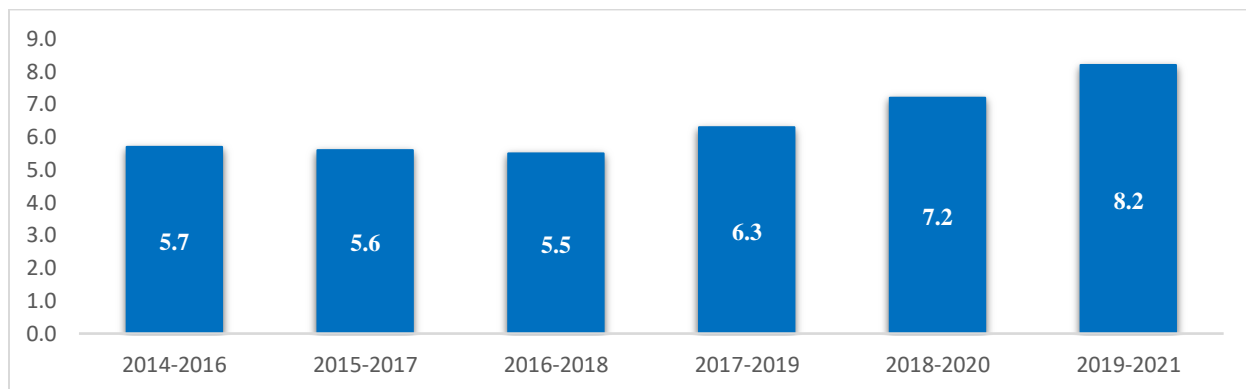
Keywords: Seed subsidy; Fertilizer subsidy (NPK and urea); Technical efficiency; Rice farmers, Senegal

1. Introduction

A peine remise de la Covid-19, l'économie mondiale fait face à une nouvelle crise alimentaire occasionnée par le conflit russo-ukrainien. En effet, selon le rapport du FMI sur les perspectives de l'économie mondiale, la croissance du PIB mondiale est évaluée à 3,4% en 2022, après le rebond de 6,2% en 2021. L'Afrique subsaharienne est aussi touchée par le ralentissement économique généralisé dans le monde. Sa croissance pour 2022 est estimée à 3,8% après 4,7% en 2021 (DPPE, 2022).

Au Sénégal, cette crise s'est traduite par une flambée des prix des produits alimentaires et énergétiques entraînant ainsi l'augmentation de l'insécurité alimentaire des populations qui était déjà à un niveau élevé. En effet, entre 2014 et 2021, le nombre de personnes en situation d'insécurité alimentaire modérée et sévère est passé de 5,7 à 8,2 millions (**Graphique 1**) sur une population totale estimée à 16,2 millions en 2019 (ANSD, 2022), soit environ un sénégalais sur deux vit une situation d'insécurité alimentaire.

Graphique 1 : Nombre de personnes en situation d'insécurité alimentaire modérée et sévère (millions) (moyenne sur 3 ans)



Source : Auteurs, FAOSTAT data (23/12/2022)

Le riz constitue la denrée alimentaire de base des sénégalais. Sa consommation moyenne annuelle est d'environ 100 kg/habitant, correspondant à une consommation journalière moyenne d'environ 300 g/habitant, faisant ainsi du Sénégal l'un des plus gros consommateurs de riz en Afrique de l'Ouest (Mendez, 2019). En dépit de cette forte demande, la production nationale ne couvre que 45% des besoins de consommation du pays (FAOSTAT, 23 déc-2022). Pour satisfaire cette demande de plus en plus croissante, le pays fait recours aux importations massives provenant principalement des pays d'Asie de l'Est, notamment le Vietnam, l'Inde, la Chine et le Pakistan.

En effet, selon le département américain de l'agriculture (USDA), le pays a importé 1,1 million de tonnes de riz blanchi en 2021.

Pourtant, depuis la crise alimentaire de 2008 qui avait entraîné le renchérissement du prix du riz au niveau international, les autorités étatiques d'alors, conscientes de la vulnérabilité pour un pays de dépendre de l'extérieur pour se nourrir, avaient formulé le Programme National d'Autosuffisance en Riz (PNAR) à travers la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA). L'objectif visé à travers ce programme était d'atteindre l'autosuffisance en riz afin d'assurer la sécurité alimentaire des populations. Avec l'alternance de 2012, le PNAR a été révisé et renforcé, à travers le Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS), volet agricole du Plan Sénégal Emergent (PSE). C'est ainsi que cet objectif a été porté à l'horizon 2017, à travers la production de 1,6 millions de tonnes de paddy pour couvrir entièrement la demande intérieure du pays (PRACAS, 2014).

Le PSE est le cadre de référence des politiques publique du régime actuel. Mis en œuvre depuis 2013, ce plan a pour objectif de faire du Sénégal un pays émergent à l'horizon 2035. Il s'articule autour de trois axes stratégiques à savoir :

Axe 1 : Transformation structurelle de l'économie et la croissance,

Axe 2 : Capital humain, protection sociale et développement durable,

Axe 3 : Gouvernance, institution, paix et sécurité.

Pour soutenir le secteur et lui permettre d'atteindre les objectifs du PRACAS, l'Etat du Sénégal a mis en place, depuis maintenant une dizaine d'années, un important programme de subvention des intrants agricoles permettant aux producteurs bénéficiaires de disposer des engrais, des semences et même du matériel agricole à des prix réduits, pouvant atteindre plus de 50% du prix du marché (IPAR, 2015). Ainsi, lors de la campagne agricole 2020-2021, les autorités étatiques ont alloué 55,9 milliards de FCFA à ce programme (27,3 milliards pour les semences, 23,7 milliards pour les engrais et 4,1 milliards pour le matériel agricole) (USDA, 2020).

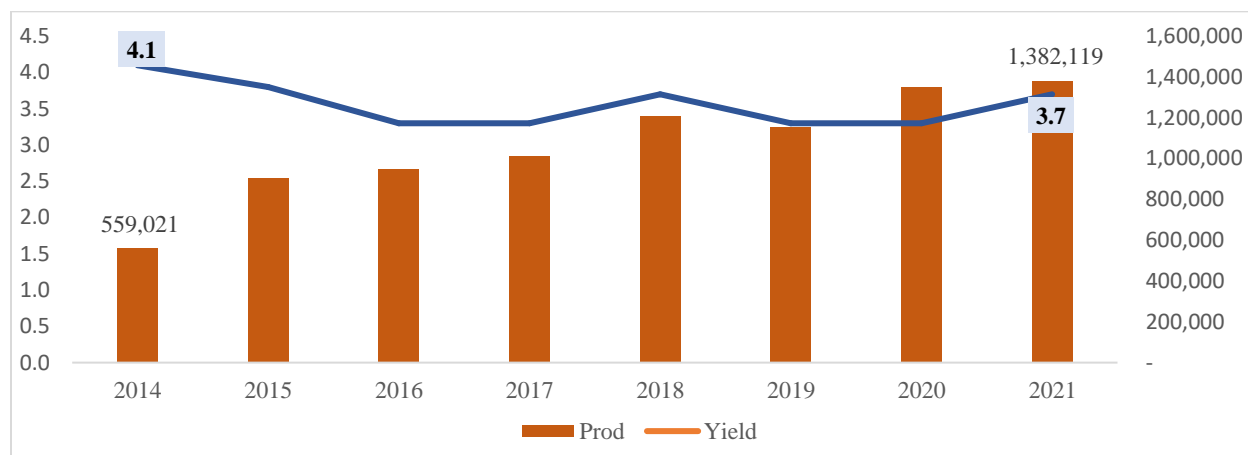
Eu égard à la place prépondérante qu'elle occupe dans le PRACAS, la filière riz bénéficie d'une part considérable de ce programme de subvention. Cependant, nonobstant les efforts consentis par l'Etat du Sénégal dans ce secteur, l'objectif d'autosuffisance en riz reste toujours d'actualité. En

effet, la production nationale du pays est estimée à 1 millions de tonnes de paddy en 2017 (FAOSTAT, 23 déc-2022) pour un objectif de 1,6 millions de tonnes. Au lieu de rechercher les véritables raisons de l'échec de ce programme, le gouvernement reporte son objectif d'autosuffisance en riz à l'horizon 2023 pour une production projetée de 2,1 millions de tonnes de paddy à travers le Plan d'Action Prioritaire Ajusté et Accéléré (PAP2A).

La production de riz peut être rehaussée par l'augmentation des surfaces emblavées, le changement technologique ou l'amélioration de l'efficacité technique des riziculteurs (Javed & al. 2010). Selon ces auteurs, la dernière option semble être la plus appropriée à court terme parce qu'elle ne nécessite pas davantage de superficie emblavée, une intensité culturale plus élevée et le développement de nouvelles technologies. Elle respecte également l'objectif de développement durable à savoir produire plus avec moins de ressources afin de réduire les gaz à effet de serre et permettre aux générations futures de subvenir à leurs besoins. L'efficacité technique permet ainsi d'évaluer si une exploitation agricole utilise de façon optimale la technologie existante, c'est-à-dire si elle est capable d'obtenir, à niveau donné de facteurs de production, un niveau de production maximal (orientation output) ; ou d'utiliser, à niveau de production donné, un niveau minimal de facteurs (orientation input).

Au Sénégal, si la production de riz est passée de 559 021 tonnes en 2014 à 1 382 119 tonnes en 2021, le rendement rizicole a connu une diminution de 4,1 à 3,7 t/ha sur la même période (**Graphique 2**). Ce qui signifie que l'accroissement de la production est dû à l'expansion des superficies emblavées et non une amélioration des performances productives des riziculteurs. Des lors, il est judicieux de se demander si les subventions accordées aux producteurs ont permis d'améliorer leur efficacité technique ?

Graphique 2 : Evolution de la production (en tonnes) et du rendement rizicole (en t/ha) du Sénégal



Source : Auteurs, FAOSTAT data (23/12/2022)

Depuis une dizaine d’années, les chercheurs s’intéressent au rôle des subventions publiques reçues par les exploitants agricoles dans leurs décisions de production et d’utilisation des facteurs de production, et donc leur efficacité technique (Latruffe, 2018). Au Sénégal, Seck (2016) a utilisé le modèle d’Analyse d’Enveloppement des Donnée (DEA) pour aborder la question. Cependant, il n’a pris en compte dans son modèle que les engrais subventionnés. Ce présent article utilise le modèle d’Analyse des Frontières Stochastiques (SFA) pour analyser l’effet des subventions d’intrants agricoles notamment les semences et les engrais (NPK et urée) sur l’efficacité technique des riziculteurs du Sénégal. Il s’articule autour de quatre parties : après l’introduction, le programme de subvention des intrants agricoles du Sénégal est exposé dans la deuxième partie. La troisième partie présente une revue sélective de la littérature sur le sujet. Le matériel et méthode de recherche sont explicités dans la quatrième partie. La cinquième partie présente les résultats et discussions de l’étude. La conclusion et les recommandations sont dressées dans la sixième partie.

2. Programme de subvention des intrants agricoles du Sénégal

Le programme de subvention des intrants agricoles du Sénégal fonctionne de la manière suivante :

L’Etat, à travers ses structures d’encadrement, d’appui et de conseil agricole, notamment la Société d’Aménagement et d’Exploitation du Delta du Fleuve et de la Vallée du Fleuve Sénégal (SAED) et la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI), évalue

chaque début de campagne les besoins en semences et en engrais pour chaque culture selon les objectifs de production régionaux, les emblavures prévues et les doses d'engrais recommandées pour atteindre les objectifs de production. Ensuite, il subventionne, sous contrainte de l'enveloppe budgétaire notifiée par le ministère des Finances en accord avec celui de l'agriculture et de l'équipement rural, les quantités d'intrants effectivement cédés aux producteurs par les fournisseurs d'intrants. La distribution reste néanmoins à la charge des fournisseurs.

Les semences certifiées subventionnées sont quant à elles distribuées par des semenciers privés ou directement par l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) qui a en charge la production des prébases de qualité. Une fois que les quantités d'engrais et de semences subventionnées sont connues au niveau régional, elles sont réparties au niveau de chaque commune rurale où une "commission de cession" se charge de les répartir entre les producteurs. Les niveaux exacts de subvention varient selon l'intrant et la culture visée. Ainsi, pour la campagne agricole 2022-2023, le taux de subvention a été fixé à 50% par les autorités étatiques (ministère de l'Agriculture). Cependant, du fait de quantités d'intrants subventionnés relativement insuffisantes, tous les agriculteurs ne bénéficient pas de ce programme.

Sous l'autorité du ministre de l'Agriculture et de l'Equipement Rural (MAER), une Commission Locale (CL) est instituée pour chaque collectivité locale et a pour mission de réceptionner et de distribuer les intrants agricoles, d'assurer la régularité, la traçabilité, la transparence et l'équité dans les opérations de mise en place et de cession des intrants agricoles. Elle veille sur la sécurité et sur la qualité des intrants agricoles mis en place et est également chargée de rendre compte, de manière hebdomadaire, au Préfet ou Sous-Préfet.

Elle est chargée de :

- (i) Sélectionner les ménages agricoles bénéficiaires des intrants agricoles dans la commune ;
- (ii) Prioriser dans la sélection, les producteurs enregistrés dans le registre national unifié (RNU) ;
- (iii) Veillez, dans la Commune, à l'état d'avancement des opérations, notamment aux quantités distribuées par bénéficiaire, à l'identité des bénéficiaires (Prénom, Nom, lieu de résidence, etc.) et au déroulement des opérations (régularité, transparence, difficultés éventuelles, etc.) ;

(iv) Etablir le journal de vente qui retrace et identifie tous les bénéficiaires de ces intrants.

Dans les faits, ce programme de subvention ne fonctionne pas toujours comme indiqué précédemment. En effet, le rapport de l'IPAR (2015) a révélé que les critères de sélection des bénéficiaires de ces subventions sont peu connus et variables selon les commissions étant donné qu'elles sont souvent constituées de responsables politiques locaux, des autorités administratives, des responsables d'organisations villageoises, etc. Selon toujours ce rapport, un détournement massif d'objectif dans la distribution des intrants et des équipements agricoles subventionnés est noté, dans la mesure où ils ne sont pas souvent destinés aux champs et leur trafic vers les pays limitrophes contribue à une déperdition des ressources publiques. Il s'y ajoute que ces intrants subventionnés ne sont pas souvent disponibles à temps, entraînant ainsi un début tardif de la campagne agricole. Le manque de transparence noté dans la sélection des bénéficiaires, l'absence d'un système d'information et la difficulté de retracer la trajectoire des intrants subventionnés ont conduit plusieurs acteurs à émettre des doutes sur le bien-fondé et finalement sur l'efficacité globale de ce programme de subvention agricole.

3. Revue sélective de la littérature

Dans cette partie, nous présentons une revue sélective de la littérature de l'effet des subventions agricoles sur l'efficacité techniques des exploitants agricoles.

3.1. Littérature théorique de l'effet des subventions agricoles sur l'efficacité techniques des exploitants agricoles

En parcourant la littérature existante sur le lien pouvant exister entre les subventions agricoles et l'efficacité technique des exploitants, nous constatons que les auteurs sont divisés sur la question. En effet, si certains considèrent que les subventions reçues par les agriculteurs contribuent à améliorer leur niveau d'efficacité technique, d'autres estiment que celles-ci pourraient avoir un effet négatif ou même nul sur l'efficacité technique de production.

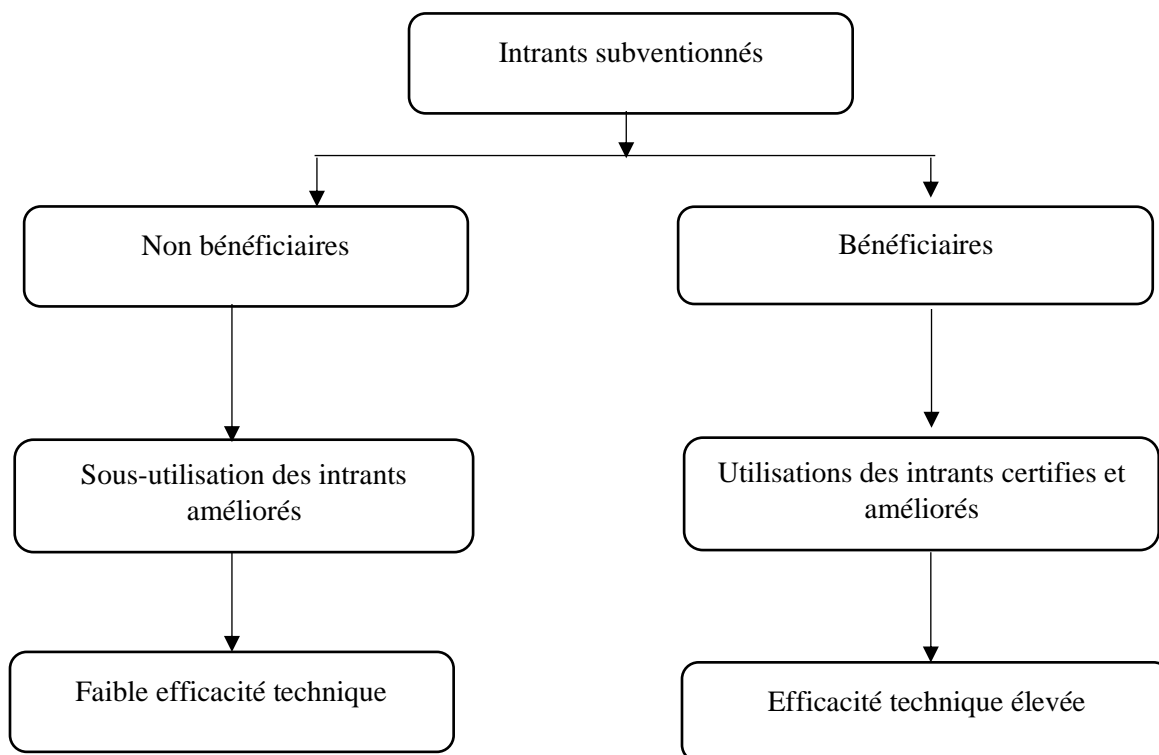
L'impact positif résulterait du fait que les subventions aident à surmonter certaines contraintes de production tel que l'accès au crédit et à la mécanisation agricole (Garrone & al., 2018 ; Góral, 2015) et à augmenter l'efficacité technologique du producteur (Zhu & al., 2012 ; Zhu & Lansink, 2010). Les intrants subventionnés sont souvent certifiés par les unités techniques du ministère de

l'agriculture, notamment l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA). Leur utilisation pourrait donc améliorer l'efficacité technique des riziculteurs qui en bénéficient (Figure 1).

L'effet négatif proviendrait de l'effet revenu (Minviel & Latruffe, 2017 ; Young & Westcott, 2000) et de l'effet d'assurance (Burfisher & Hopkins, 2003 ; Lopez, 2001) ; Hennessy (1998). Elles peuvent également réduire l'effort du producteur (Martin & Page, 1983).

Les subventions peuvent également ne pas avoir d'effet sur l'efficacité technique de production car ce n'est pas l'objectif principal de la politique de subventions (Latruffe, 2018). C'est pourquoi, certains auteurs dont Kumbhakar & Lien (2010) et Zhu & Lansink (2010) ; Serra, Zilberman & Gil (2008) soutiennent que l'étude du lien entre subvention agricole et efficacité technique repose essentiellement sur une approche empirique.

Figure 1: Cadre conceptuel de l'effet des subventions agricoles sur l'efficacité technique



Source : Auteurs

3.2. Revue empirique de l'effet des subventions agricoles sur l'efficacité techniques des exploitants agricoles

Les chercheurs s'intéressent de plus en plus au rôle des subventions publiques reçues par les exploitants agricoles dans leurs décisions de production et d'utilisation des facteurs de production.

Minviel & Latruffe (2017) ont recensé les résultats empiriques de 68 études menées entre 1986 et 2014, soit un total de 195 modèles estimés. Leur résultat a révélé que 60% de ces modèles ont trouvé une association négative entre les subventions publiques et l'efficacité technique, 24 % montraient une association positive et 16 % indiquaient que les subventions publiques n'ont aucun effet sur l'efficacité technique. Ces auteurs ont ensuite conduit une méta-analyse pour identifier la source de différences entre les résultats de ces 195 modèles. Cette méta-analyse a révélé que le sens de l'effet (positif, négatif ou nul) dépend de la façon dont les subventions sont intégrées dans le modèle. Ces auteurs ont également souligné l'importance du type de subvention dans la diversité des résultats.

Utilisant le modèle SFA, Pechrova (2015) a évalué l'impact des subventions sur l'efficacité technique des exploitants agricoles de la région de Liberecky. L'étude a révélé que les paiements directs et les paiements agro-environnementaux ont tendance à accroître l'inefficacité, tandis que les subventions destinées aux zones les plus défavorisées affectent positivement l'efficacité technique des exploitations agricoles.

Naglova & Pechrova (2019) ont évalué l'effet des subventions sur l'efficacité technique des entreprises de transformation des aliments en utilisant le modèle SFA. Leur résultat a révélé que l'efficacité technique des entreprises sans subvention est plus élevée que celles subventionnées, elle diffère significativement dans le temps et aussi par rapport à la région où est implantée l'entreprise.

Staniszewski & Borychowski (2020) ont analysé l'impact des subventions de la politique agricole commune (PAC) de l'union européenne sur l'efficacité technique des exploitations agricoles, dépendant de la taille de la ferme. Utilisant le modèle SFA, ses auteurs ont révélé que l'impact des subventions sur l'efficacité technique dépend de la taille de la ferme. En effet, l'étude a montré que les subventions ont un impact positif et significatif sur l'efficacité technique des fermes de grande taille, alors qu'elles n'ont aucun effet sur celle des fermes de petite taille.

Kostlivy & Fuksova (2019) ont trouvé un résultat similaire en indiquant que différents types de subventions peuvent avoir différents impacts sur l'efficacité technique des fermes de différentes tailles.

L'étude de Latruffe & Desjeux (2016) va plus loin en évaluant l'impact des subventions de la PAC non seulement sur l'efficacité technique annuelle, mais également sur l'évolution de l'efficacité technique d'une année sur l'autre. Ces auteurs ont indiqué que, bien que les subventions aient eu un impact négatif sur l'efficacité technique annuelle sur la période 1990-2006, ils ont permis d'améliorer l'efficacité technique d'une année sur l'autre.

En Afrique, Chiromo (2018) a analysé l'impact du programme de subvention des intrants agricoles (FISP) sur l'efficacité technique, allocative et économique des petits producteurs de maïs au Malawi. L'estimation du modèle Tobit a révélé que ce programme de subvention a amélioré de façon significative l'efficacité technique de ces producteurs.

Imoru (2015) a utilisé le modèle SFA pour évaluer l'effet de la subvention des engrais sur l'efficacité technique des petits exploitants agricoles au Ghana. L'étude a montré que l'efficacité technique des participants augmente avec l'utilisation d'engrais subventionnés.

Au Sénégal, Seck (2016) a utilisé le modèle DEA pour aborder la question. Ses résultats ont indiqué que le programme de subventions aux engrais a effectivement contribué de façon significative à améliorer la performance productive des agriculteurs de ce pays. Ses résultats empiriques tendent à valider l'argument selon lequel la baisse des prix des engrais, à la suite de subventions, incite les agriculteurs à utiliser davantage d'intrants, ce qui se traduit par la suite par une augmentation de la production.

En parcourant la littérature existante, on constate que les résultats empiriques diffèrent non seulement par le contexte des études mais également par les données utilisées et aussi de l'approche suivie pour aborder la question.

4. Matériel et méthode

4.1. Source des données

Les données utilisées dans cette étude proviennent de l'Enquête Agricole Annuelle (AGRIS survey) de la Direction de l'Analyse et de Prévisions des Statistiques Agricoles (DAPSA) sur la

campagne agricole 2020-2021. AGRIS survey est un programme d'enquêtes pluriannuel modulaire agricole. La méthodologie AGRIS est développée par la FAO dans le cadre de la stratégie mondiale visant à améliorer les statistiques agricoles et rurales. Elle constitue une source de données et fournit le cadre pour la conception, le suivi et l'évaluation de toute politique ou investissement agricole ou rural. De plus, c'est un outil permettant de renseigner des informations directes pour certains indicateurs sur l'Objectif de Développement Durable (ODD).

La DAPSA a bénéficié depuis la campagne 2017 du concours du programme AGRIS Survey. L'objectif du projet est d'élaborer et de mettre en œuvre une nouvelle approche visant à élargir les domaines de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) afin de collecter et diffuser des données agricoles plus variées dans le contexte des pays en développement. Sa mise en œuvre au Sénégal a consisté à adapter le dispositif de l'EAA à une enquête élargie selon une approche modulaire pluriannuelle dont le module de base a constitué l'enquête 2017-2018.

La base de données de l'EAA 2020-2021 compte au total 1481 parcelles exploitées sur toute l'étendue du territoire nationale dont la culture principale est le riz. Compte tenu du fait que la base ne contient que la production par ménage, nous n'avons considéré que les ménages qui exploitent une parcelle pour avoir le rendement qui constitue notre variable d'intérêt. Ensuite, après élimination des valeurs aberrantes sur le rendement, on s'est retrouvé avec 393 observations qui constituent notre base de travail.

4.2. Définition des variables du modèle

Les variables du modèle sont explicitées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Description des variables de l'étude

Variable	Définition
<i>Rendem</i>	Rendement : Quantité de riz produite dans la parcelle en Kg par Hectare
<i>Qtité_semence</i>	Quantité de semences utilisées dans la parcelle en Kg
<i>Taille_parcelle</i>	Taille de la parcelle en Hectare
<i>Taille_ménage</i>	La taille du ménage : Nombre de personnes vivant au sein du ménage
<i>Qtité_NPK</i>	Quantité d'engrais NPK utilisée dans la parcelle en Kg
<i>Qtité_urée</i>	Quantité d'Urée appliquée dans la parcelle en Kg
<i>Semence_subv</i>	Variable binaire, 1= Si le producteur a reçu des semences subventionnées ; 0= Sinon
<i>NPK_subv</i>	Variable binaire, 1= Si le producteur a reçu du NPK subventionné ; 0= Sinon

<i>Urée_subv</i>	Variable binaire, 0= Si le producteur a reçu de l'Urée subventionnée ; 1= Sinon
<i>Engrais_org</i>	Utilisation de l'engrais organique : 1= Oui ; 0= Non
<i>Herbicides</i>	Utilisation des herbicides : 1= Oui ; 0= Non
<i>Age</i>	L'âge du responsable de la parcelle en nombre d'années révolu
<i>Sexe</i>	Sexe du responsable de la parcelle : 1= Féminin ; 0= Masculin
<i>Statut_matrim</i>	Statut matrimonial du responsable de la parcelle
<i>Niv_scolaire</i>	Niveau scolaire du responsable de la parcelle
<i>Crédit</i>	Variable binaire, 1= Si l'exploitant a reçu du crédit ; 0= Sinon

Source : Auteurs

4.3. Spécification du modèle d'analyse des frontières stochastiques (SFA)

Formulé par Aigner & al (1977), le modèle SFA est une approche paramétrique qui permet de mesurer l'efficacité technique d'un producteur. Il utilise la formule de base de la fonction de production Cobb Douglas, sa formule générale s'écrit comme suit :

$$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) \exp(V_{it}) \exp(-U_{it}) \quad (1)$$

Où

Y_{it} représente l'output du producteur i à la date t ,

X_{it} représente le vecteur des inputs utilisées par le producteur i à la date t ,

β représente le vecteur des paramètres à estimer,

$V_{it} \sim N(0, \delta_v^2)$ et $U_{it} \sim N^+[f(u, \alpha), \delta_u^2]$ sont respectivement le terme d'erreur et l'inefficacité du producteur i à la date t . Le terme d'inefficacité U suit une distribution normale positive avec une variance constante δ_u^2 et un paramètre μ qui dépend des variables explicatives additionnelles.

$$\text{Techniquement, } \mu = \alpha z \quad (2)$$

Où

α est le vecteur des paramètres à estimer.

Selon l'approche standard, les déterminants de l'efficacité technique peuvent être estimés simultanément en utilisant la frontière de production dressée dans l'équation (1) et une équation pour l'effet de l'inefficacité spécifiée par Battese & Coelli (1995) comme suit :

$$U_{it} = f(\mu_{it}, \alpha) \quad (3)$$

Ainsi, l'efficacité technique du producteur i est donnée par l'équation suivante :

$$ET_{it} = \frac{Y_{it}}{Y_{it}^*} = \frac{f(X_{it}, \beta) \exp(V_{it} - U_{it})}{f(X_{it}, \beta) \exp(V_{it})} = \exp(-U_{it}) \quad (4)$$

Où

$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) \exp(V_{it} - U_{it})$ représente la production observée avec inefficacité.

$Y_{it}^* = f(X_{it}, \beta) \exp(V_{it})$ représente la frontière de production sans inefficacité.

En linéarisant la fonction de production Cobb Douglas et la fonction d'inefficacité, nous obtenons respectivement :

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_{it} \sum_{i=1}^n \ln X_i + V_{it} + U_{it} \quad (5)$$

$$U_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Subv + \sum_{i=1}^n \alpha_i m_i + Z_i \quad (6)$$

Où

Y_i représente l'output rizicole ;

X_i : le vecteur des inputs ;

$\beta_0, \beta_i, \alpha_0, \alpha_1$ et α_i sont des paramètres à estimer ;

m_i représente le vecteur des variables de contrôle dans le modèle ;

U_i représente l'inefficacité du riziculteur qui suit une distribution normale tronquée ;

V_i est le terme d'erreur aléatoire qui suit une distribution normale dans la fonction de production ; tandis que Z_i est un terme d'erreur aléatoire pour la fonction d'inefficacité.

$Subv$ désigne les subventions d'intrants agricole accordés au producteur.

Pour déterminer l'existence de l'inefficacité, Battese & Coelli (1995) recommande l'utilisation de gamma (γ) après l'estimation des frontières stochastiques.

Le log-Likelihood fonction est paramétré comme suit :

$$\delta^2 = \delta_v^2 + \delta_u^2 \quad \text{et} \quad \gamma = \delta_u^2 / \delta^2 \quad \text{avec} \quad 0 < \gamma < 1. \quad (7)$$

La valeur γ est utilisée comme un indicateur pour mesurer l'influence de l'inefficacité sur la variance (Bravo-Ureta & al. 2012). Au cas où γ est proche de 1, implique que la déviation à la frontière domine la variance totale et $\gamma = 0$ signifie qu'il n'y a pas d'inefficacité sur la variance totale à cause de la variable aléatoire normale tronquée U_i qui est égal à $\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) \delta_u^2$.

En prenant en compte les variables de l'étude, le modèle empirique s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned} \ln(\text{Rendem}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Qtité_Semences}) + \beta_2 \ln(\text{Taille_parcelle}) \\ & + \beta_3 \ln(\text{Qtité_NPK}) + \beta_4 \ln(\text{Qtité_Urée}) + \beta_5 \ln(\text{Taille_ménage}) \\ & + (v_i - u_i) \end{aligned} \quad (8)$$

La fonction d'inefficacité technique s'écrit ainsi qu'il suit :

$$\begin{aligned} u_i = & \delta_0 + \delta_1(\text{Semence_subv}) + \delta_2(\text{NPK_subv}) + \delta_3(\text{Urée_subv}) + \delta_4(\text{Engrais_org}) \\ & + \delta_5(\text{Herbicides}) + \delta_6(\text{Crédit}) + \delta_7(\text{Age}) + \delta_8(\text{Sexe}) + \delta_9(\text{Statut_matrim}) \\ & + \delta_{10}(\text{Niv_scolaire}) \end{aligned} \quad (9)$$

Le modèle SFA a été estimé en utilisant le logiciel Stata se basant sur les trois étapes de la Méthodologie d'estimation proposée par Coelli & al (1996) : (1) Estimation par les moindres carrés ordinaires (MCO) de la fonction de production ; (2) une recherche de grille à deux phases pour $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ qui va de zéro à un est conduite avec les paramètres β (sauf β_0) et les paramètres β_0 et σ^2 sont ajustés selon la MCO corrigée présentée dans Coelli & al (1996) ; (3) les valeurs sélectionnées dans la grille de recherche sont utilisées comme valeurs de départ dans une procédure

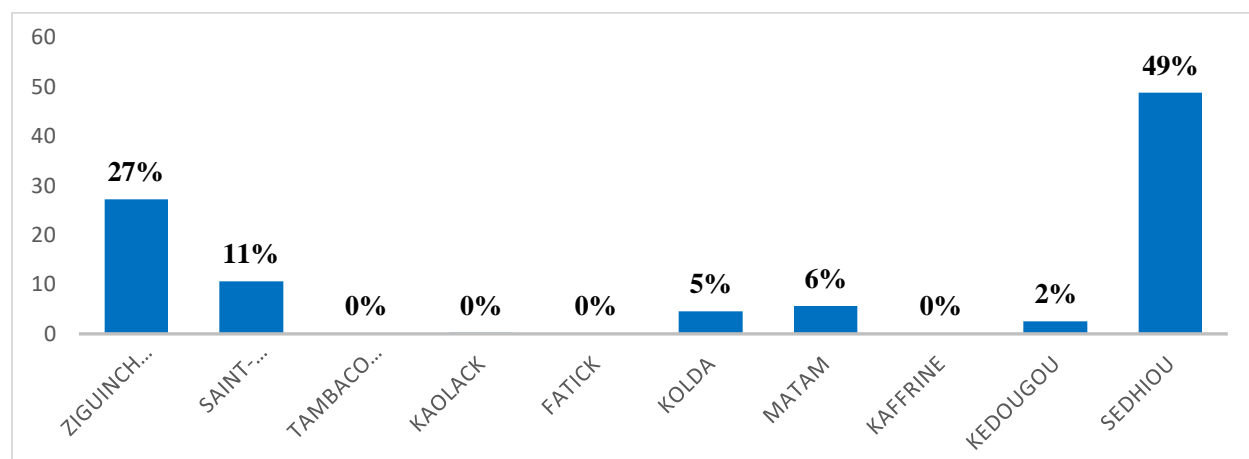
itérative (utilisant la méthode quasi-Newton de Davidon-Fletcher-Powell) pour obtenir l'estimation finale.

5. Résultats et Discussions

5.1. Statistique Descriptive des variables de l'étude

La répartition des répondants par région (Graphique 3) révèle que le riz est essentiellement cultivé dans les régions de Sédhiou (49%), Ziguinchor (27%), Saint Louis (11%), Matam (6%) et Kolda (5%). C'est dire donc que la Casamance (Ziguinchor, Sédhiou et Kolda) occupe 81% de l'activité rizicole du pays.

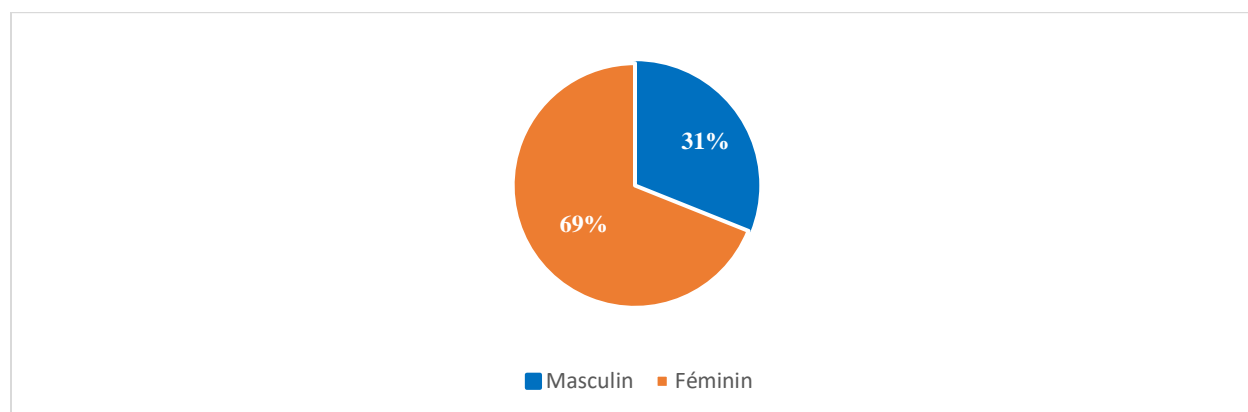
Graphique 3 : Répartition des répondant par Région (en %)



Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

La répartition des responsables de parcelles selon le sexe (Graphique 4) renseigne que la riziculture est essentiellement pratiquée par les femmes qui représentent 69% des responsables de parcelles.

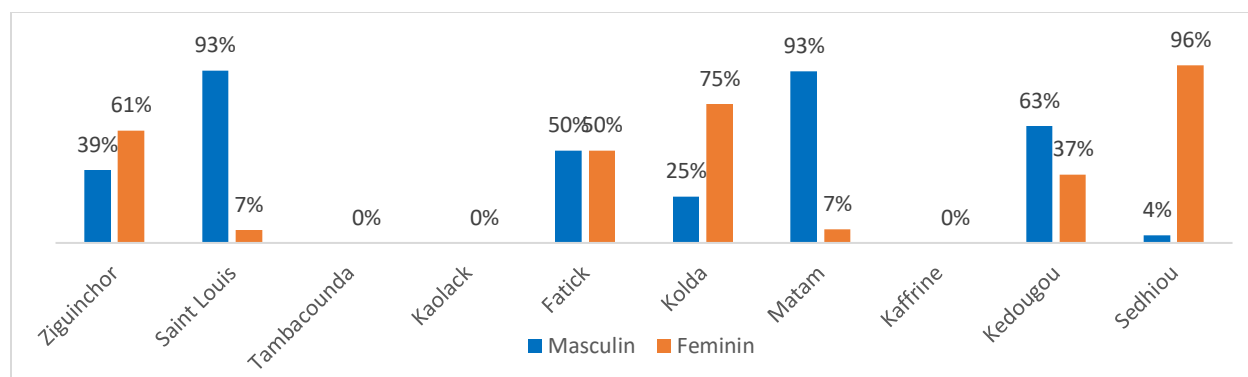
Graphique 4 : Répartition des responsables de parcelles selon le Sexe



Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

La région de Sédhiou arrive en tête avec 96% de femmes responsables de parcelles suivie de Kolda (75%) ; de Ziguinchor (61%) et de Fatick (50%). Dans la région de Saint Louis ; Matam et Kédougou, les hommes prédominent l'activité rizicole. C'est dire donc qu'en Casamance (Sédhiou, Ziguinchor et Kolda), la riziculture est principalement pratiquée par les femmes. Tandis que dans le reste du pays (Saint Louis, Matam et Kédougou), elle est majoritairement effectuée par les hommes (Graph 5).

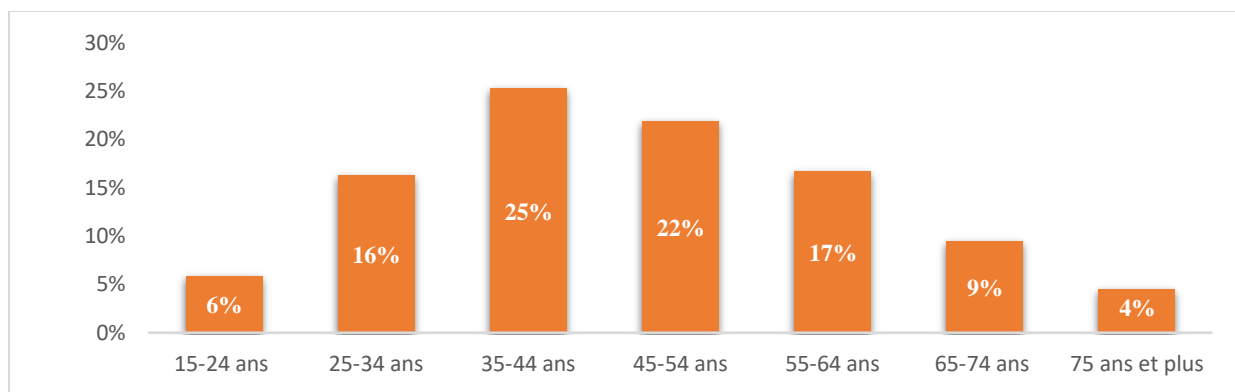
Graphique 5 : Répartition des répondants selon le Sexe par Région



Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

La répartition des responsables de parcelles par classe d'âge (Graphique 6) révèle que ceux dont l'âge est compris entre 35 et 44ans sont majoritaires. Ils représentent 25% des responsables de parcelles, suivi de la tranche d'âge [45-54] représentant 22% et celle [45-54] (16%). C'est dire donc que la majorité des exploitants est relativement jeune.

Graphique 6 : Répartition des responsables de parcelles par tranche d'âge



Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

La répartition des répondants selon le statut matrimonial du responsable de parcelles montre une prédominance des mariés (84%) suivi des veuf/ve qui représentent 11%. La part des responsables de parcelles célibataires et divorcés est très faible, représentant 4% et 1% respectivement.

L'accès au crédit est une problématique majeure des petits exploitants agricoles du Sénégal. En effet, seulement 8% des responsables de parcelles ont bénéficié de prêt lors de la campagne agricole 2020-2021. La majorité des producteurs est obligée de recourir à l'autofinancement pour permettre la continuité de leurs activités. Ce qui limite la modernisation du secteur et son expansion dans la mesure où les producteurs contraints par le financement sont obligés de recourir au matériel agricole traditionnel sans avoir accès aux matériels modernes de production et à la mécanisation agricole.

Le Tableau 2 indique que l'âge moyen des responsables de parcelles est de 46 ans, il est compris entre 16 et 85 ans. En moyenne, chaque ménage compte 11 personnes. La taille moyenne des parcelles est de 0.45 ha, elle est comprise entre 0.01 et 36 ha. En moyenne, chaque responsable de parcelles exploite 3 parcelles de terre. Le nombre maximal de parcelles exploités par responsable est de 15. La superficie moyenne exploitée par responsable de parcelle est de 1 ha. Au plus, 36 ha de terres de terres sont exploités les riziculteurs. Chaque ménage exploite en moyenne 4 parcelles de terre. La superficie moyenne exploitée par ménage s'élève à 2 ha. Le rendement rizicole moyen reste faible et égale à 2.29 t/ha, avec des pics pouvant atteindre 9.34 t/ha. En moyenne, la dose de semences appliquée dans la parcelle est de 85 kg/ha. Ce qui est légèrement supérieure à la norme préconisée par l'ISRA qui est de 80 kg/ha.

Tableau 2 : Sommaire des statistiques descriptives

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev	Min	Max
Age	1481	46	14.81994	16	85
Taille_menage	1481	11	6.917459	1	49
Taille_parcelle (Ha)	1481	0.45	1.352693	0.01	36
Rendement (T/Ha)	393	2.26	1.843349	0.02	9.04
Dose_semence (kg/Ha)	1481	85	23.72271	30	180
Superf_emblavée (Ha)	1481	1	2.213327	0.013	36
Superf_ménage (Ha)	1481	2	2.857309	0.017	38
Nb_parcelles_responsable	1481	3	2.039921	1	10
Nb_parcelles_ménage	1481	4	3.065819	1	15

Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

La majorité des responsables de parcelles (89,94%) a affirmé avoir exploité des parcelles dont la superficie est inférieure ou égale à 2 ha. Seulement 1,01% d'entre eux exploitent des parcelles supérieures ou égales à 5 ha. C'est dire donc que la majorité des riziculteurs du Sénégal exploitent des parcelles de petites tailles (Tableau 3).

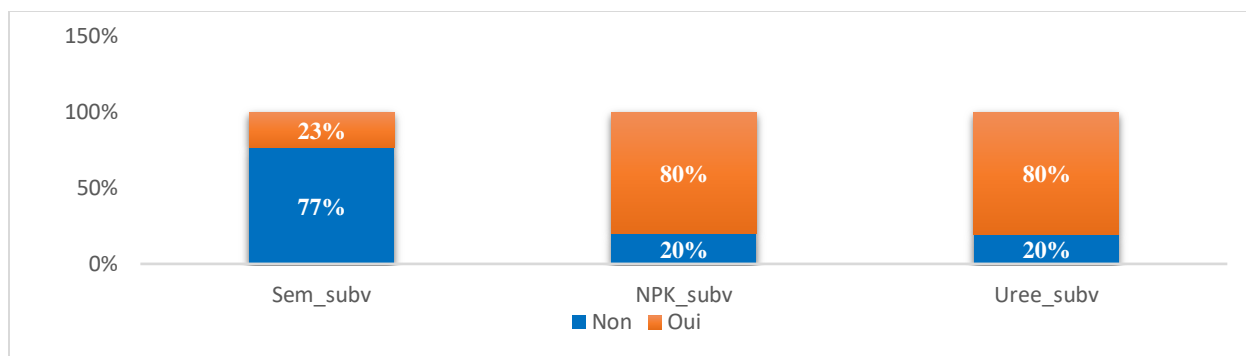
Tableau 3 : Répartition des parcelles exploitées par classe

superf_parcelle (en Ha)	Freq.	Percent	Cum.
1	1,109	74.88	74.88
2	223	15.06	89.94
3	125	8.44	98.38
4	9	0.61	98.99
5 et plus	15	1.01	100.00
Total	1,481	100.00	

Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

La répartition des répondants selon l'utilisation des intrants subventionnés (**Graphique 9**) a révélé que la grande majorité des responsables de parcelles (77%) a répondu n'avoir pas utilisé de semences subventionnées. C'est dire donc que l'utilisation des semences subventionnées dans le processus de production est très faible (23%). Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'une grande quantité de ses semences subventionnées est directement consommée par les ménages ou revendu. Pour ce qui concerne les engrais NPK et urée, la majorité des responsables de parcelles (80%) a affirmé en avoir fait recours lors de la campagne agricole 2020-2021.

Graphique 9 : Répartition des répondants selon l'utilisation des intrants subventionnés



Source : Auteurs, données de l'EAA 2020-2021

5.2. Présentation des résultats du modèle SFA

La première étape du modèle SFA consistait à estimer la production de riz (variable dépendante) à partir des inputs classiques (variables indépendantes).

Tableau 4 : Résultats de l'estimation du modèle d'Analyse des Frontières Stochastiques

InRendement	Parameters	Coef.	Std. Err.	P-Value
Constant	β_0	1.823	0.25	0.000***
InSemences	β_1	0.049	0.047	0.297
InTaille_parcelle	β_2	-0.328	0.056	0.000***
InNPK	β_3	0.01	0.038	0.802
InUrée	β_4	-0.111	0.035	0.001***
InTaille_ménage	β_5	-0.285	0.074	0.000***

Note : ***significativité au seuil de 1% ; **Significativité au seuil de 5% ; *Au seuil de 10%, n=393 observations.

Coef=Coefficients ; St.Err= Erreur standard ; t-value= ratio de Student ; p-value=Probabilité de rejet de l'hypothèse nulle (non significativité des variables).

Source : Auteurs, données de l'enquête EAA 2020-2021

Les résultats consignés dans le tableau 4 renseignent que la taille de la parcelle agit négativement sur le rendement. En effet, l'exploitation d'une 1% additionnelle de la terre baisserait le rendement de 0.328%. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la grande majorité de ces producteurs ne dispose pas assez de moyens matériels et financiers pour rentabiliser des exploitations de grande taille dans la mesure où ces dernières nécessitent de gros moyens et des investissements lourds. Le modèle a également révélé que l'utilisation supplémentaire de 1% d'urée entrainerait une baisse du rendement de 0.111%. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que le NPK et l'urée sont des substituts, et son utilisation entrainerait une baisse des ressources conduisant ainsi à une baisse de

la production. S’agissant des semences et du NPK, le modèle a révélé qu’ils n’ont aucun effet sur le rendement rizicole.

La main d’œuvre agricole mesurée par la taille du ménage affiche également une relation négative avec le rendement. En effet, l’augmentation de 1% de la taille du ménage réduirait le rendement de 0.285%. Ce résultat pourrait s’expliquer par le fait que la plupart des familles sénégalaises préfèrent envoyer leurs enfants à l’école pour réussir dans les études et plu tard leur venir en aide. Cette préoccupation majeure des parents les pousse souvent à investir plus dans l’éducation de leurs enfants que dans les champs.

L’efficacité technique des riziculteurs du Sénégal

Le tableau 5 renseigne que sur les 393 parcelles considérées dans le modèle, on note en moyenne un score d’efficacité technique de 0,545. Il est compris entre 0,113 et 0,987. Ce qui signifie que globalement les riziculteurs du Sénégal peuvent améliorer leur niveau de production actuel de 45,5% tout en gardant inchangé le niveau d’intrants. Ce résultat est en phase avec celui de Bèye & al (2018) qui ont trouvé un score d’efficacité technique de 0,534 sur les exploitants agricoles familiales du Sénégal.

Tableau 5 : Sommaire des scores d’efficacité technique des riziculteurs du Sénégal

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Efficiency	393	0.545	0.224	0.113	0.987

Note : Efficiency signifie le score d’efficacité technique

Source : Auteurs, données de l’enquête EAA 2020-2021

La deuxième étape du modèle consistait à identifier les variables susceptibles d’influencer l’inefficacité technique des riziculteurs. Les résultats de la régression des variables indépendantes sur l’inefficacité technique auxquels on est abouti sont présentés dans le Table 6.

Tableau 6 : Résultats de l’estimation du modèle d’inefficacité technique

Inefficacité	Parameters	Coef.	Std. Err.	P-Value
Constant	δ_0	0.511	0.077	0.000***
Semences_subv	δ_1	-0.105	0.038	0.006***
NPK_subv	δ_2	0.025	0.032	0.437
Urée_subv	δ_3	-0.051	0.029	0.085*
Engrais_org	δ_4	0.044	0.023	0.057*

Herbicides	δ_5	0.000	.026	0.998
Crédit	δ_6	-0.049	.035	0.168
Age	δ_7	0.003	.001	0.000***
Sexe (Féminin)	δ_8	0.096	.037	0.01***
Statut_matrim (Marié)	δ_9	-0.125	.067	0.062*
Niv_scolaire (Sans niveau)	δ_{10}	-0.122	.028	0.000***

Note : ***significativité au seuil de 1% ; **Significativité au seuil de 5% ; *Au seuil de 10%, n=393 observations.

Coef=Coefficients ; St.Err= Erreur standard ; t-value= ratio de Student ; p-value=Probabilité de rejet de l'hypothèse nulle (non significativité des variables).

Source : Auteurs, données de l'enquête EAA 2020-2021

L'estimation du modèle d'inefficacité technique a révélé que les subventions de semences et de l'urée ont un effet positif et significatif sur l'efficacité technique. En effet, le fait que l'exploitant utilise les semences subventionnées réduit son inefficacité de production de 10,5%. Également, l'utilisation de l'urée subventionnée diminue l'inefficacité de l'exploitant de 5,1%. Ce résultat concorde avec celui de Seck (2016) qui stipule que le programme de subvention des engrais a permis d'améliorer la performance productive des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal (VFS).

En revanche, le modèle a révélé que l'utilisation du NPK subventionné n'a aucun effet sur la performance productive rizicole. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le NPK et l'urée sont des substituts. En effet, si l'exploitant n'a pas les moyens de s'offrir en même temps le NPK et l'urée, il préférera utiliser soit le NPK soit l'urée subventionné. Concernant l'engrais organique, le modèle a révélé que son utilisation semble augmenter l'inefficacité technique de l'exploitant de 4,4%. Les résultats de l'estimation ont également révélé que l'usage des herbicides dans la parcelle n'a aucun effet sur l'efficacité technique.

Pour ce qui concerne les facteurs socio-démographiques, les résultats ont révélé que l'âge du répondant augmente son inefficacité technique. Ce résultat confirme l'hypothèse selon laquelle, les jeunes sont techniquement plus performants que les personnes en âge avancé. Le fait que l'exploitant soit une femme augmenterait également son niveau d'inefficacité technique de 9,6%. C'est ainsi dire qu'au Sénégal, les riziculteurs hommes sont techniquement plus efficaces que les femmes. Cela pourrait se justifier par le fait que les femmes rurales passent plus de temps dans les tâches ménagères que dans les travaux champêtres. Elles ont également un accès plus difficile aux

financements et aux matériels agricoles. Pour ce qui concerne la situation matrimoniale de l'exploitant, le modèle a révélé que le fait que le riziculteur soit marié réduit son inefficacité technique de 12,5%. En effet, le fait d'être en couple permet de mutualiser les synergies et de s'entre aider dans les travaux champêtres. Il permet également l'échange d'expérience agricole et la complémentarité.

Les résultats ont également indiqué que le fait de ne pas être instruit réduit l'inefficacité technique du riziculteur de 12,2%. En effet, en milieu rural, les personnes qui n'ont jamais faits des études embrassent souvent les travaux champêtres à bas âge. Ce qui les permet avec le temps d'acquérir plus d'expérience dans le domaine agricole que ceux ayant un niveau scolaire avancé. Concernant l'accès au crédit, les résultats de l'estimation ont révélé qu'il n'a aucun effet sur l'efficacité technique des riziculteurs du Sénégal. Ce résultat contredit les conclusions de Seck (2019) indiquant que l'accès au crédit a permis d'améliorer la performance productive des petits exploitants agricoles de la Vallée du Fleuve Sénégal.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'analyser l'effet des subventions de semences et des engrais (NPK et urée) sur l'efficacité technique des riziculteurs du Sénégal. Utilisant les données de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) de la Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques Agricoles du Sénégal (DAPSA), les résultats de l'estimation du modèle SFA ont révélé que les riziculteurs du Sénégal ont en moyenne un score d'efficacité technique de 0,545. Ce qui indique qu'ils peuvent augmenter leur niveau actuel de production de 45,5% tout en gardant inchangé le niveau d'input.

Il est également ressorti de cette estimation que la taille de la parcelle réduit le rendement rizicole. En effet, l'exploitation d'une 1% additionnelle de la terre baisserait le rendement de 0.328%. Le modèle a également révélé que l'utilisation supplémentaire de 1% d'urée entraînerait une baisse du rendement de 0.111%. La main d'œuvre agricole mesurée par la taille du ménage affiche également une relation négative avec le rendement. En effet, l'augmentation de 1% de la taille du ménage réduirait le rendement rizicole de 0.285%. S'agissant des semences et du NPK, le modèle a révélé qu'ils n'ont aucun effet sur le rendement rizicole au Sénégal.

L'estimation du modèle d'inefficacité technique a révélé que les subventions de semences et de l'urée ont un effet positif et significatif sur l'efficacité technique. En effet, le fait que l'exploitant utilise les semences subventionnées réduit son inefficacité de production de 10,5%. Également, l'utilisation de l'urée subventionnée diminue l'inefficacité de l'exploitant de 5,1%. En revanche, le modèle a révélé que l'utilisation du NPK subventionné n'a aucun effet sur l'efficacité technique. Concernant l'engrais organique, le modèle a révélé que son utilisation semble augmenter l'inefficacité technique de l'exploitant de 4,4%. Les résultats de l'estimation ont également révélé que l'usage des herbicides dans la parcelle n'a aucun effet sur l'efficacité technique.

Pour ce qui concerne les facteurs socio-démographiques, les résultats ont révélé que l'âge du répondant augmente son inefficacité technique. Ce résultat confirme l'hypothèse selon laquelle, les jeunes sont techniquement plus performants que les personnes en âge avancé. Le fait que l'exploitant soit une femme augmenterait également son niveau d'inefficacité technique de 9,6%. C'est ainsi dire qu'au Sénégal, les riziculteurs hommes sont techniquement plus efficaces que les femmes. Pour ce qui concerne la situation matrimoniale de l'exploitant, le modèle a révélé que le fait que le riziculteur soit marié réduit son inefficacité technique de 12,5%. En effet, le fait d'être en couple permet de mutualiser les synergies et de s'entre aider dans les travaux champêtres. Il permet également l'échange d'expérience agricole et la complémentarité. Les résultats ont également indiqué que le fait de ne pas être instruit réduit l'inefficacité technique du riziculteur de 12,2%. Concernant l'accès au crédit, les résultats de l'estimation ont révélé qu'il n'a aucun effet sur l'efficacité technique des riziculteurs du Sénégal.

Recommandations politiques

A la lumière des résultats de cette étude, nous formulons les recommandations suivantes :

- Dans la mesure où l'étude a montré que le programme de subvention des intrants permet effectivement d'améliorer de façon significative la performance productive des riziculteurs du Sénégal, l'Etat doit multiplier ses efforts afin de permettre à la grande majorité des producteurs de bénéficier de ce programme.
- Créer un dispositif rigoureux de contrôle et de transparence pour lutter contre la déperdition et le détournement d'objectif de ses fonds alloués à l'activité de production.

- Confier la distribution des intrants subventionnés à la Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta du Fleuve et de la Vallée du Fleuve Sénégal (SAED) et la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI). En effet, ses deux structures sont plus proches des riziculteurs et connaissent mieux la réalité sur le terrain.

Recommandations sur les données

Dans le souci d'améliorer la base de données de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) afin de faciliter son utilisation, nous formulons les recommandations suivantes :

- Collecter des informations sur la production par parcelle (Rendement) en plus de la production par ménage. Cet indicateur est souvent utilisé pour estimer la performance productive de l'exploitation agricole.
- Etant donné qu'il y'a plusieurs unités de mesure de la production sur le questionnaire d'enquête, définir une base de conversion fiable et accessible aux utilisateurs.

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude au Fond International de Développement Agricole (FIDA) à travers l'initiative 50x2030 pour le financement de cette étude. Nos remerciements vont également à l'endroit de Dr. Travis Reynolds et du professeur Aboubacry Kane pour la relecture, les commentaires et suggestions qui ont permis d'améliorer la qualité du document.

Références

- ANSD (2021). Rapport final enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages au Sénégal (EHCVM)
- Aigner, D., Knox Lovell, C. A., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20(2), 325-332.
- Beye. A, Camara. A. D, & Sall. M. (2018). Quels leviers pour améliorer la performance productive des exploitations agricoles en milieu rural sénégalais ? *Revue Ouest Africaine de Sciences Economiques et de Gestion*, 11(2).

- Bravo-Ureta, B. E., Greene, W. & Solis, D. (2012). Technical efficiency analysis correcting for biases from observed and unobserved variables: An application to a natural resource management project. *Empirical Economics*, 43, 55–72.
- Burfisher, M. E. & Hopkins, J. W. (2003). *Decoupled Payments: Household Income Transfers in Contemporary U.S. Agriculture*. USDA-ERS Agricultural Economic Report No. 822, USDA, Washington, DC.
- Chiromo, J. (2018). *The impact of farm input subsidies on economic efficiency of maize production in Malawi*. University of Cape Town.
- Coelli, T., Rao, D, O'Donnell, C. & Battese, G.. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 2nd ed. New York: Springer.
- Diallo, M., Zhou, J., Elham, H., & Zhou, D. (2020). Effect of agricultural credit access on rice productivity: Evidence from the irrigated area of Anambe Basin, Senegal. *Journal of Agricultural Science*, 12, 78.
- FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en>
- Garrone, M., D. Emmers, A. Olper, & Swinnen, J. (2018). Subsidies and Agricultural Productivity: CAP Payments and Labour Productivity (Convergence) in EU Agriculture. LICOS Discussion Paper No. 409.
- Góral, J. & Kulawik, J. (2015). Problem of capitalisation of subsidies in agriculture. *Problems in World Agriculture*, 342, 3–23.
- Hennessy, D.A. (1998). The production effects of agricultural income support policies under uncertainty, *American Journal of Agricultural Economics*, 80, 46–57.
- IPAR. (2015). Traçabilité et impact des subventions agricoles, Dakar. 74 pages.
- Imoru, A.J. (2015). Effects of Fertiliser Subsidy on Smallholder Maize Farmers' Access to fertiliser and Technical Efficiency in the Northern Region of Ghana (Doctoral dissertation).
- Javed, M.I., Adil, S.A., Ali, A., & Raza, M.A. (2010). Measurement of technical efficiency of rice-wheat system in Punjab, Pakistan using Dea technique. *Journal of Agricultural Research*, 48(2), 227-238.
- Kostlivy V. & Fuksova Z. (2019): Technical efficiency and its determinants for Czech livestock farms. *Agricultural Economics – Czech*, 65, 175–184.

- Kumbhakar, S.C., and G. Lien. 2010. In *Impact of Subsidies on Farm Productivity and Efficiency*, In *Impact of Public Support to Agriculture*, ed. V.E. Ball, R. Fanfani and L. Gutierrez, 109–124.
- Latruffe L. (2018). L’impact des subventions sur l’efficacité technique des exploitations agricoles. *INRA Sciences sociales*, n° 5, 4 pp.
- Latruffe L. et Desjeux Y. (2016). Common Agricultural Policy support, technical efficiency, and productivity change in French agriculture. *Review of Agricultural Food and Environmental Studies*, 97(1): 15-28.
- Lopez, J. A. (2001). *Decoupling: A Conceptual Overview* (Paris: OECD, 2001).
- Martin, J.P., Page, J.M. (1983). The impact of subsidies on X-efficiency in LDC industry: Theory and empirical test. *The Review of Economics and Statistics*, 65(4): 608-617.
- Mendez Del Villar Patricio. (2019). Rapport de mission. Le riz pluvial en Casamance et Bassin arachidier. 8-12 avril 2019. Montpellier : CIRAD-ES-UMR TETIS, 15 p.
- Minviel J. J. et Latruffe L. (2017). Effect of public subsidies on farm technical efficiency: A meta-analysis of empirical results. *Applied Economics*, 49(2): 213-226.
- Mundlak, Y. (1996). Production function estimation: Reviving the primal, *Econometrica*, 64, 431–438.
- Náglová, Z., & Šimpachová Pechrová, M. (2019). Subsidies and technical efficiency of Czech food processing industry. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 65(4), 151–159.
- Owusu, S. (2017). Effect of access to credit on agricultural productivity: Evidence from cassava farmers in the Afigya-Kwabre District of Ghana. *International Journal of Innovative Research in Social Sciences Strategic Management Techniques*, 4(2), 55-67.
- Pechrová, M. (2015). Impact of the Rural Development Programme subsidies on the farms’ inefficiency and efficiency. *Agricultural Economics – Czech*, 61 : 197–204.
- PRACAS. (2014). Programme d’Accélération de la Cadence de l’Agriculture Sénégalaise. <https://www.maer.gouv.sn/programme-dacceleration-de-la-cadence-de-lagriculture-senegalaise-pracas>.
- Seck, A. (2016). *Fertilizer Subsidy and Agricultural Productivity in Senegal*. AGRODEP Working Paper 0024, pp. 2–31.
- Seck, A. (2019). Heterogeneous credit constraints and smallholder farming productivity in the Senegal River Valley. *Emerging Markets Finance and Trade*, 1-19.

- Serra, T., D. Zilberman, & J.M. Gil. (2008). Farms' Technical Inefficiencies in the Presence of Government Programs. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 52(1): 57–76.
- Staniszewski, J. & Borychowski, M. (2020). The impact of the subsidies on efficiency of different sized farms. Case study of the Common Agricultural Policy of the European Union. *Agric. Econ.* 2020, 66, 373–380.
- USDA. (2021). United State Department of Agriculture. <https://www.usda.gov/content/usda-open-data-catalog>
- USDA. (2021). Grain and Feed Annual_Dakar_Senegal_04-12-2021
- Young, C. & Westcott, P. (2000). How decoupled is U.S. agricultural support for major crops? *American Journal of Agricultural Economics*, 82(3): 762–7.
- Zhu, X., & Oude Lansink, A. (2010). Impact of CAP subsidies on technical efficiency of crop farms in Germany, the Netherlands and Sweden. *Journal of Agricultural Economics*, 61 (3): 545–564.
- Zhu, X., Demeter, R.M., & Oude Lansink, A. (2012). Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: The role of CAP subsidies. *Agricultural Economics Review*, 13 (1): 66–92.