

Efficacité technique des riziculteurs bénéficiaires du Projet Pôle de Développement en Casamance (PPDC) et ses déterminants

Technical Efficiency of Beneficiary Rice Farmers under the Casamance Development Hub Project (PPDC) and Its Determinants

DIONE Ibrahima

Doctorant

Etablissement (Saisir directement le nom de l'établissement)

Université Cheikh Anta DIOP

Laboratoire de Recherche sur les Institutions et la Croissance (LINC)

CABRAL François Joseph

Enseignant Chercheur

Université Cheikh Anta DIOP

Laboratoire de Recherches sur les Institutions et la Croissance (LINC)

Date de soumission : 29/07/2026

Date d'acceptation : 01/09/2026

Pour citer cet article :

DIONE. I. & CABRAL. F.J. (2026) « Efficacité technique des riziculteurs bénéficiaires du Projet Pôle de Développement en Casamance (PPDC) et ses déterminants », Revue Française d'Économie et de Gestion « Volume 7 : Numéro 9 » pp : 147- 169.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons

Attribution License 4.0 International License



Résumé

L'objectif de l'étude est d'apprécier si l'appui du Projet du pôle de Développement en Casamance (PPDC) en intrants et équipements s'est traduit par une utilisation optimale des ressources de production suite au constat de la baisse de la production rizicole dans la zone. L'étude repose sur les données de la campagne 2018 issues des enquêtes PPDC–DAPSA et mobilise deux méthodes complémentaires : l'Analyse Enveloppante des Données (DEA), orientée input et sous hypothèse de rendements constants (CRS), pour calculer les scores d'efficacité ; puis une régression Tobit afin d'expliquer les variations de ces scores. Les résultats montrent que seuls deux groupes de riziculteurs sont techniquement inefficaces, principalement en raison du gaspillage de semences et d'engrais (urée, NPK). L'efficacité apparaît hétérogène selon les producteurs. La régression Tobit révèle que l'âge, le sexe masculin, l'utilisation de fumure organique et la possession de matériel motorisé améliorent significativement l'efficacité technique, tandis que le travail manuel et le sexe féminin y sont défavorables.

Mots clés : efficacité technique ; PPDC ; DEA ; Casamance ; riziculture ; Tobit.

Abstract

The objective of this study is to assess whether the support provided by the Casamance Development Hub Project (PPDC) through inputs and equipment has resulted in an optimal use of production resources, following the observed decline in rice production in the area. The analysis is based on data from the 2018 agricultural season, drawn from the PPDC–DAPSA surveys, and employs two complementary methods: Data Envelopment Analysis (DEA), input-oriented and under the assumption of constant returns to scale (CRS), to compute technical efficiency scores; and a Tobit regression to explain the variations in these scores. The results show that only two groups of rice farmers are technically inefficient, mainly due to the overuse of seeds and fertilizers (urea and NPK). Efficiency also appears heterogeneous across producers. The Tobit regression indicates that age, male gender, use of organic manure, and ownership of motorized equipment significantly enhance technical efficiency, whereas manual labor and female gender are associated with lower efficiency levels.

Keywords : technical efficiency ; PPDC ; DEA ; Casamance ; rice production ; Tobit.

Introduction

La riziculture occupe une place centrale dans les politiques agricoles du Sénégal en raison de son importance dans la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté rurale et la limitation de la dépendance structurelle aux importations de riz. En Casamance, région disposant d'importantes potentialités agroécologiques, cette culture représente depuis plusieurs décennies un levier majeur de développement économique et social. Dès les premières années postindépendance, l'Etat du Sénégal a inscrit le développement de la riziculture casamançaise parmi les priorités de ses politiques publiques de lutte contre la pauvreté et la malnutrition.

Cette orientation s'est traduite par la mise en œuvre successive de plusieurs programmes et structures d'appui, parmi lesquels la Société de Développement Agricole et Industriel de la Casamance (SODAICA) entre 1967 et 1972, le Projet Rizicole de Sédhiou (PRS I et II) entre 1972 et 1976, le Projet intégré pour le Développement Agricole de la Casamance (PIDAC) en 1974, le Projet Autonome de Développement Rural de la Basse-Casamance (DERBAC) entre 1988 et 2001, le Projet de Développement Rural Intégral de la Moyenne Casamance (PRIMOCA) en 1989, ainsi que le Projet de Gestion de l'Eau dans la Zone Sud (PROGES) entre 1988 et 1999. Ces différentes interventions visaient notamment la diffusion d'intrants améliorés, la réalisation d'infrastructures hydroagricoles, la mécanisation des opérations culturales et la facilitation de l'accès au crédit.

Dans cette continuité, le gouvernement du Sénégal a lancé en 2014, dans le cadre du Plan Sénégal Émergent (PSE), le Projet Pôle de Développement de la Casamance (PPDC). Ce programme s'inscrit également dans la dynamique du Programme de Relance des Activités Économiques et Sociales en Casamance (PRAESC), destiné à favoriser la réintégration économique des populations affectées par le conflit casamançais. Le PPDC poursuit comme objectif général la réduction de la vulnérabilité socio-économique, la lutte contre la pauvreté et la promotion d'activités génératrices de revenus, en particulier au bénéfice des jeunes et des femmes.

Le projet résulte d'un cofinancement entre l'Association Internationale de Développement (IDA) et l'État du Sénégal, avec des contributions respectives de 46 millions de dollars US et 6 millions de dollars US. Compte tenu de la place de la Casamance dans la production céréalière nationale, l'appui à la riziculture pluviale y occupe une position stratégique.

Toutefois, malgré l'ampleur des moyens engagés, les performances observées demeurent contrastées. Le rapport d'opinion sur les états financiers du PPDC établi à la fin de l'année 2017 fait état d'un taux d'exécution de 38,4% du financement alloué à la composante 1, soit

4 556 015 588 FCFA. Le même document indique que 558 864 230 FCFA ont été consacrés aux intrants rizi­coles (semences, urée et engrais) et 11 278 400 FCFA au matériel de jardinage. Pourtant, en dépit d'une hausse de 6% des superficies rizi­coles atteignant 35 117 hectares dans la zone d'intervention en 2017, la production totale de riz a reculé de 23% par rapport à la campagne précédente. Cette tendance baissière s'est poursuivie en 2018 avec une diminution supplémentaire de 11,6%, pour une production estimée à 56 804 tonnes.

Ce paradoxe interroge l'efficacité réelle des dispositifs publics de soutien. En effet, l'augmentation des superficies cultivées, la distribution d'intrants et la mobilisation de ressources financières substantielles ne garantissent pas automatiquement une amélioration de la production si les exploitations agricoles n'utilisent pas efficacement les facteurs mis à leur disposition. La question centrale devient alors celle de la performance productive des bénéficiaires du projet.

En économie de la production, l'efficacité technique désigne la capacité d'une unité de production à obtenir le niveau maximal d'output à partir d'un volume donné d'inputs, ou inversement à minimiser l'utilisation des intrants pour un niveau de production déterminé (Ghali et al., 2014). Elle peut être décomposée en efficacité technique pure et efficacité d'échelle. La première renvoie à la qualité de l'organisation productive et des pratiques de gestion, tandis que la seconde apprécie l'adéquation entre la taille de l'exploitation et son niveau optimal de production (Latruffe, 2010 ; Blancard et al., 2013). Dans les économies rurales caractérisées par la rareté relative des ressources, cette notion constitue un indicateur essentiel de performance.

La littérature empirique souligne que la productivité agricole dépend non seulement des quantités d'intrants mobilisés, mais également de la manière dont ceux-ci sont combinés. Plusieurs études ont mobilisé des approches de frontière pour évaluer l'efficacité technique des exploitations agricoles, principalement les modèles paramétriques de frontière stochastique (SFA) et les méthodes non paramétriques d'analyse par enveloppement des données (DEA). Dans le bassin du fleuve Sénégal, Ngom et al. (2016) montrent que l'efficacité des riziculteurs dépend notamment du niveau d'instruction, de l'expérience et de la distance entre le domicile et la parcelle. Au Mali, Coulibaly et al. (2017) mettent en évidence les effets positifs de l'accès au matériel motorisé, de l'appartenance à des organisations paysannes et de l'expérience agricole.

La méthode DEA a également été appliquée dans divers contextes agricoles : exploitations piscicoles (Oluwatayo & Adedeji, 2019), fermes laitières (Wilczynski et al., 2020) ou

exploitations européennes différenciées selon leur spécialisation productive (Guth & Katarzyna, 2018). Son intérêt réside dans l'absence d'hypothèse restrictive sur la forme de la fonction de production et dans la possibilité de traiter simultanément plusieurs inputs et outputs (Cooper et al., 2011). Par ailleurs, les scores issus de la DEA sont fréquemment expliqués dans un second temps à l'aide de modèles Tobit en raison de leur nature bornée (Chilingerian, 1995 ; Lee et al., 2009).

Malgré la richesse de ces travaux, peu d'études se sont intéressées à l'évaluation de l'efficacité technique des bénéficiaires de programmes publics agricoles en Casamance, et plus spécifiquement du PPDC. Il existe donc un besoin d'analyse empirique permettant d'apprécier si les ressources publiques mobilisées se traduisent effectivement par une amélioration de la performance productive.

Dans cette perspective, la présente recherche s'inscrit dans une démarche positiviste aménagée, fondée sur l'exploitation quantitative des données issues de l'enquête PPDC–DAPSA relative à la campagne agricole 2018. Elle vise à répondre à la problématique suivante :

Dans quelle mesure les bénéficiaires du PPDC utilisent-ils efficacement les ressources de production mises à leur disposition, et quels facteurs expliquent les écarts d'efficacité observés ?

L'objectif principal de l'étude est double. Il consiste, d'une part, à mesurer le niveau d'efficacité technique des riziculteurs bénéficiaires du projet et, d'autre part, à identifier les déterminants socioéconomiques et techniques de cette efficacité.

Pour ce faire, une approche en deux étapes est mobilisée. La première repose sur la méthode Data Envelopment Analysis (DEA), orientée input et sous hypothèse de rendements constants à l'échelle, afin d'estimer les scores d'efficacité relatifs des producteurs. La seconde utilise un modèle Tobit, adapté au caractère borné des scores obtenus, pour identifier les facteurs explicatifs des différences d'efficacité entre exploitants.

L'intérêt de cette recherche est à la fois scientifique et opérationnel. Sur le plan académique, elle enrichit les travaux relatifs à la performance productive agricole dans les pays en développement. Sur le plan pratique, elle fournit aux décideurs publics des éléments utiles pour améliorer le ciblage des appuis, l'allocation des ressources et la conception des futures politiques de soutien à la riziculture en Casamance.

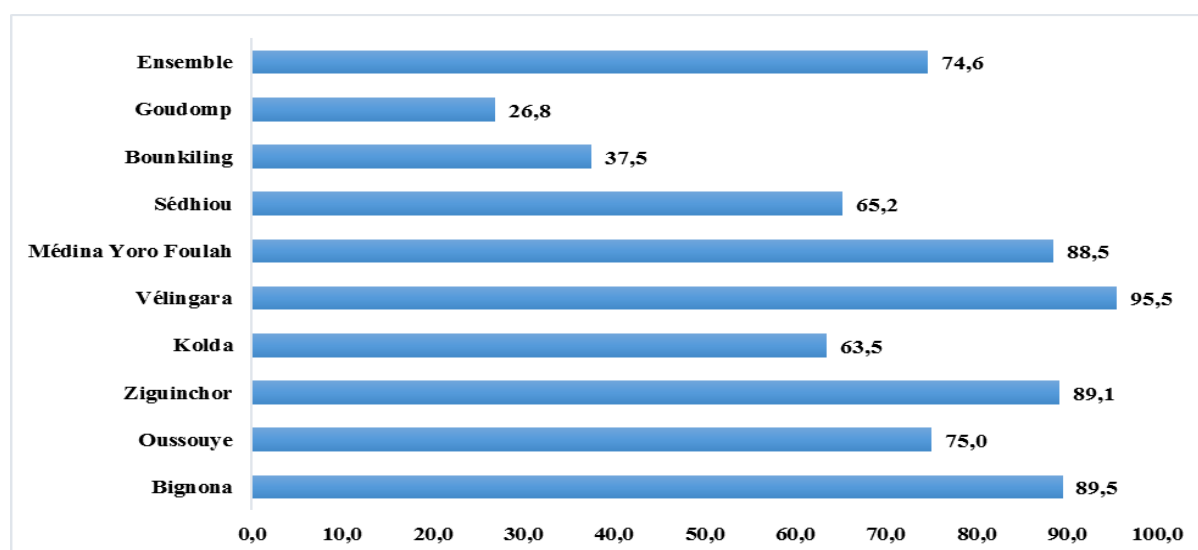
Le reste de l'article est structuré comme suit. La première section présente les faits stylisés relatifs aux moyens techniques et financiers mobilisés par les bénéficiaires du PPDC. La deuxième expose le cadre méthodologique retenu. La troisième présente les résultats

empiriques et leur discussion. Enfin, la conclusion met en évidence les principaux enseignements ainsi que les implications de politique économique.

1. Faits stylisés

Les données de l'enquête PPDC–DAPSA de 2018 montrent qu'en moyenne, 74,6% des producteurs ont bénéficié d'intrants fournis par le PPDC. Cette proportion est particulièrement élevée dans les départements de Vélingara (95,5 %), Bignona (89,5%) et Médina Yoro Foulah (88,5%), alors qu'elle demeure plus faible à Goudomp (26,8%).

Graphique 1: Pourcentage de bénéficiaires d'intrants du PPDC en 2018



Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, Enquête d'évaluation de la production de riz et de satisfaction des bénéficiaires du PPDC 2018

S'agissant des techniques culturales, 88,5% des bénéficiaires utilisent encore l'outillage manuel, contre 46,5% recourant au petit matériel attelé et seulement 18,3% au matériel motorisé. La même tendance est observée au moment du semis, où 74,6% des exploitants mobilisent un outillage traditionnel, tandis que la mécanisation ne concerne que 8% des producteurs.

Tableau 1: Pourcentage des riziculteurs bénéficiaires du PPDC selon le matériel utilisé dans la préparation des sols et le semis

Département	Préparation des sols			Semis		
	Outil traditionnel	Petit matériel attelé	Matériel motorisé	Outil traditionnel	Petit matériel attelé	Matériel motorisé
Bignona	97,1	16,9	8,2	100,0	2,9	6,3
Oussouye	90,9	9,1	0,0	100,0	0,0	0,0
Ziguinchor	92,0	68,0	16,0	84,0	6,0	16,0
Kolda	81,9	72,2	20,3	42,2	74,7	5,1
Vélingara	0,0	0,0	75,0	0,0	0,0	100,0
MYF	50,0	50,0	68,8	50,0	50,0	62,5
Sédhiou	91,3	47,8	19,6	97,8	6,5	0,0

Département	Préparation des sols			Semis		
	Outil traditionnel	Petit matériel attelé	Matériel motorisé	Outil traditionnel	Petit matériel attelé	Matériel motorisé
Boukiling	100,0	100,0	45,5	95,5	22,7	0,0
Goudomp	100,0	11,4	18,2	100,0	11,4	0,0
Ensemble	88,5	46,5	18,3	74,6	32,3	8,0

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, Enquête d'évaluation de la production de riz et de satisfaction des bénéficiaires du PPDC 2018

Concernant les semences, 27,1% des producteurs utilisent celles fournies par le projet, contre 15% ayant recours à leurs réserves personnelles et 13,7% s'approvisionnant sur le marché. Par ailleurs, les semences employées sont majoritairement améliorées : 91% des bénéficiaires déclarent utiliser des variétés améliorées, contre 13,4% recourant à des semences locales ou tout-venant.

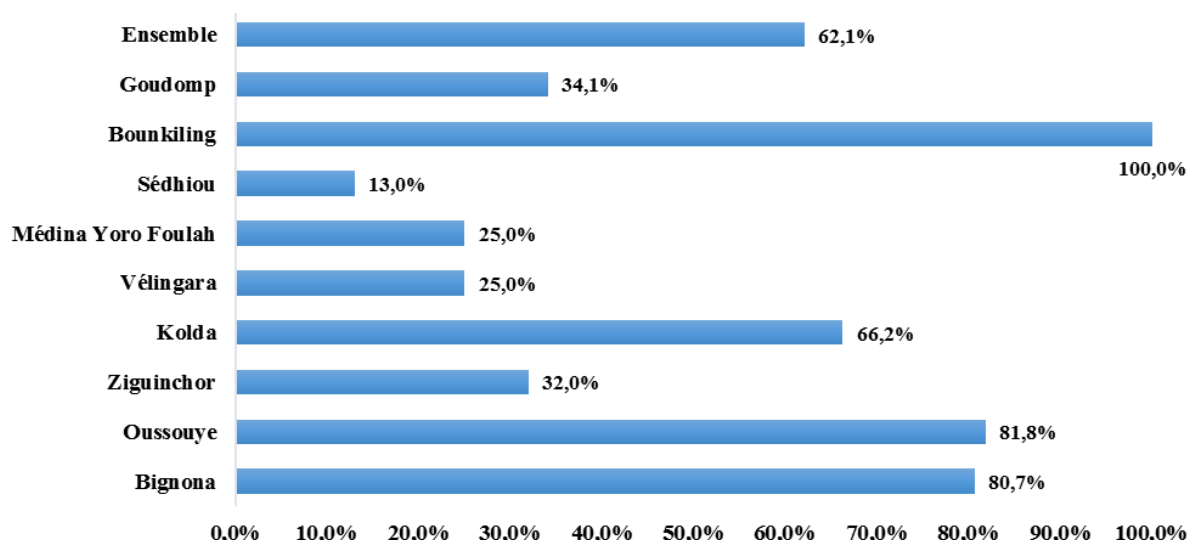
Tableau 2: Pourcentage des riziculteurs bénéficiaires du PPDC selon l'origine des semences et le lieu de résidence

Région	Département	Semences du projet	Réserves personnelles	Semences achetées sur le marché	Semences reçues en don
Ziguinchor	Bignona	45,4	5,3	16,4	0,0
	Oussouye	27,3	63,6	0,0	0,0
	Ziguinchor	84,0	18,0	2,0	6,0
Kolda	Kolda	1,5	2,5	17,7	0,8
	Vélingara	0,0	0,0	0,0	0,0
	Médina Yoro Foulah	0,0	0,0	0,0	0,0
Sédhiou	Sédhiou	77,8	78,3	6,5	37,0
	Boukiling	4,5	59,1	36,4	0,0
	Goudomp	0,0	31,8	0,0	2,3
Ensemble		27,1	15,0	13,7	3,6

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, Enquête d'évaluation de la production de riz et de satisfaction des bénéficiaires du PPDC 2018

L'usage d'engrais minéraux demeure également répandu. Environ 62,1 % des parcelles bénéficiaires ont reçu un apport d'engrais minéral durant la campagne 2018. Parmi celles-ci, 88,3 % des engrais utilisés proviennent directement du PPDC, tandis que 93,2 % ont été acquis via des mécanismes subventionnés. Ce résultat confirme le rôle central du projet dans l'accès aux fertilisants chimiques.

Graphique 2: Répartition des parcelles rizicoles selon l'utilisation d'engrais minéral



Source : DAPSA, Enquête d'évaluation de la production de riz et de satisfaction des bénéficiaires du PPDC 2018, Calcul de l'auteur

Dans l'ensemble, ces éléments mettent en évidence un contraste marqué. D'un côté, les bénéficiaires disposent relativement largement d'intrants subventionnés, de semences améliorées et d'un appui institutionnel significatif. De l'autre, les pratiques productives restent fortement marquées par la prédominance du travail manuel et par une mécanisation encore limitée. Ce décalage entre soutien public et transformation effective des systèmes de production justifie l'analyse de l'efficacité technique des exploitations bénéficiaires.

2. Méthodologie

2.1. Source des données et échantillon

L'analyse repose sur les données de l'enquête PPDC–DAPSA conduite lors de la campagne agricole 2018 auprès des bénéficiaires du Projet Pôle de Développement de la Casamance (PPDC). Après traitement des valeurs manquantes, l'échantillon final comprend 1 047 exploitations rizicoles localisées dans les régions de Ziguinchor, Sédhiou et Kolda. L'unité d'analyse est l'exploitation agricole.

L'objectif est double : (i) mesurer l'efficacité technique relative des producteurs ; (ii) identifier les déterminants des écarts d'efficacité.

2.2. Mesure de l'efficacité technique : approche DEA

2.2.1. Définition et principe

L'efficacité technique, au sens de Michael J. Farrell (1957), correspond à la capacité d'une unité à produire le maximum d'output à partir d'un ensemble donné d'inputs, ou à minimiser les

intrants pour un niveau d'output donné. Pour l'estimer, on utilise la méthode DEA introduite par Abraham Charnes, William W. Cooper et Edwardo Rhodes (1978).

La DEA est une méthode non paramétrique de programmation linéaire qui construit une frontière empirique enveloppant les observations (Cooper et al., 2011). Elle ne nécessite pas de spécifier une forme fonctionnelle de la technologie de production, contrairement aux modèles *Stochastic Frontier Analysis (SFA)*.

2.2.2. Spécification du modèle

L'étude retient un modèle orienté input sous hypothèse de rendements constants à l'échelle (CRS) (modèle CCR), adapté à un contexte où l'objectif est d'évaluer la réduction potentielle des intrants pour un niveau donné de production.

Pour chaque exploitation i , le programme linéaire s'écrit :

$$\min_{\theta, \lambda} \theta \quad (1)$$

Sous contraintes :

$$Y\lambda \geq y_i$$

$$Y\lambda \leq \theta x_i$$

$$\lambda \geq 0$$

Où :

- θ : score d'efficacité technique ;
- x_i : vecteur des inputs de l'exploitation i ;
- y_i : niveau d'output ;
- λ : vecteur de pondération des unités de référence.

La solution vérifie :

$$0 < \theta \leq 1$$

- $\theta = 1$: exploitation efficiente (sur la frontière) ;
- $\theta < 1$: exploitation inefficente.

L'inefficacité peut être interprétée comme une proportion de réduction potentielle des intrants.

2.3. Régression Tobit

Les scores DEA étant bornés dans l'intervalle $[0,1]$, leur modélisation nécessite une approche adaptée. Le modèle Tobit, proposé par James Tobin (1958), permet de traiter ce type de variable dépendante censurée (Maddala, 1983 ; Greene, 2012).

Le modèle de régression Tobit prend la forme qui suit (Chilingerian, 1995) :

$$TE_i = \begin{cases} \beta_j x_i + \varepsilon_i & \text{si } TE_i > 1 \\ 0 & \text{si non} \end{cases}$$

Avec TE_i score DEA du DMU i ;

β_j un paramètre inconnu ;

x_i une constante connue et ;

ε_i variable *iid* $N(0, \sigma^2)$.

L'approche DEA–Tobit est largement utilisée mais n'est pas exempte de critiques. Certains auteurs soulignent que les scores DEA sont des estimateurs biaisés et recommandent des approches bootstrap (Simar & Wilson, 2007). Néanmoins, l'approche retenue reste pertinente dans le cadre de données transversales et d'un objectif exploratoire de type évaluatif.

La combinaison DEA–Tobit permet :

- d'estimer l'efficacité technique relative des exploitations ;
- d'identifier les facteurs explicatifs des écarts de performance ;
- d'éclairer l'efficacité de l'allocation des ressources publiques dans le cadre du PPDC.

Elle constitue ainsi un cadre analytique cohérent pour évaluer la performance productive des bénéficiaires et orienter les politiques agricoles.

2.4. Test de redondance des variables

Afin de s'assurer de la pertinence du modèle Tobit retenu et de la validité des résultats obtenus, un test de redondance des variables explicatives sera effectué. Ce test est l'un des outils de validation interne les plus recommandés dans la littérature économétrique pour les modèles à variables censurées. Selon Wooldridge (2010) et Cameron & Trivedi (2009), l'usage combiné du test de vraisemblance (LR test) et du test de Wald permet d'évaluer la spécification du modèle et la significativité conjointe des paramètres dans les modèles Tobit et Probit. En outre, il vise à déterminer si certaines variables incluses dans le modèle n'apportent aucune information supplémentaire à l'explication du niveau d'efficacité technique des riziculteurs. Autrement dit, il s'agit de vérifier l'hypothèse nulle selon laquelle les coefficients de ces variables sont simultanément nuls :

$$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \quad (3)$$

Contre l'hypothèse alternative :

$$H_1 = \exists \beta_j \neq 0 \quad (4)$$

3. Mise en œuvre et résultats

3.1. Mise en œuvre de la méthode DEA et de la régression Tobit

3.1.1. Classification des individus

Dans le souci de simplifier le calcul des coefficients d'efficacité des 1 047 riziculteurs qui composent l'échantillon, ce dernier est divisé en groupes selon certains critères relatifs à la taille de l'exploitation, au type de matériel utilisé dans les travaux du sol, la nature de la main d'œuvre utilisée (rémunérée ou non). Ainsi, il s'est dégagé les groupes qui suivent :

- **Groupe 1** : petit exploitant (surface cultivée inférieure à 1 ha) qui ne fait recours qu'à la main d'œuvre familiale et qui utilise le travail manuel dans ses activités.
- **Groupe 2** : petit exploitant (surface emblavée inférieure à 1 ha) qui, malgré sa petite exploitation, utilise de la main d'œuvre rémunérée et familiale et n'utilise que le travail manuel.
- **Groupe 3** : petit exploitant (surface cultivée inférieure à 1 ha) qui utilise la motorisation et/ou la traction animale pour travailler ses terres. Ces exploitants font aussi recours à de la main d'œuvre rémunérée en plus de celle familiale.
- **Groupe 4** : exploitant moyen (entre 1 et 2 ha) qui compte sur la force physique de sa main d'œuvre rémunérée et non rémunérée et sur le travail manuel.
- **Groupe 5** : exploitant moyen (surface emblavée comprise entre 1 et 2 ha) qui lui, malgré une bonne présence de la main d'œuvre rémunérée comme non rémunérée, fait recours aux machines et à la force de travail animal.
- **Groupe 6** : grand exploitant (surface emblavée supérieure à 2 ha) qui utilise la machine ou la traction animale dans le travail de ses terres. Il fait appel à la main d'œuvre rémunérée comme non rémunérée.

3.1.2. Choix des variables d'input et d'output pour l'application de la DEA

Le choix du paquet de variables d'input est basé sur la littérature scientifique et sur la disponibilité des données obtenues à partir de l'enquête de satisfaction. Ainsi les variables d'input retenues sont :

- la quantité de semence (kg) ;
- la quantité d'engrais NPK (kg) et ;
- la quantité d'urée (kg).

Pour cette étude, une seule variable d'output, en l'occurrence la production (tonne), est retenue dans le modèle de calcul du coefficient d'efficacité des riziculteurs.

3.1.3. Choix des variables pour la régression Tobit

Le choix des variables devant entrer dans la régression Tobit n'est pas soumis à une règle précise dans la littérature scientifique. Cependant, il est essentiel que ce dernier se porte sur des variables pouvant influencer la variable d'output. Dans la littérature empirique, des auteurs tels que Balcombe et al. (2008), Battese et Coelli (1995), Mamam et al (2016) ont utilisé, pour expliquer l'efficacité technique des exploitations agricoles, des variables telles que l'encadrement agricole, le nombre d'années d'expérience, l'âge, le niveau d'instruction, la taille de l'exploitation, l'entraide, le sexe, la densité agricole, la pratique d'activité extra agricole, la superficie emblavée, l'accès aux semences, l'accès aux herbicides et le type de matériel utilisé dans le travail du sol. Les variables retenues sont :

Tableau 3: variables entrant dans la régression Tobit

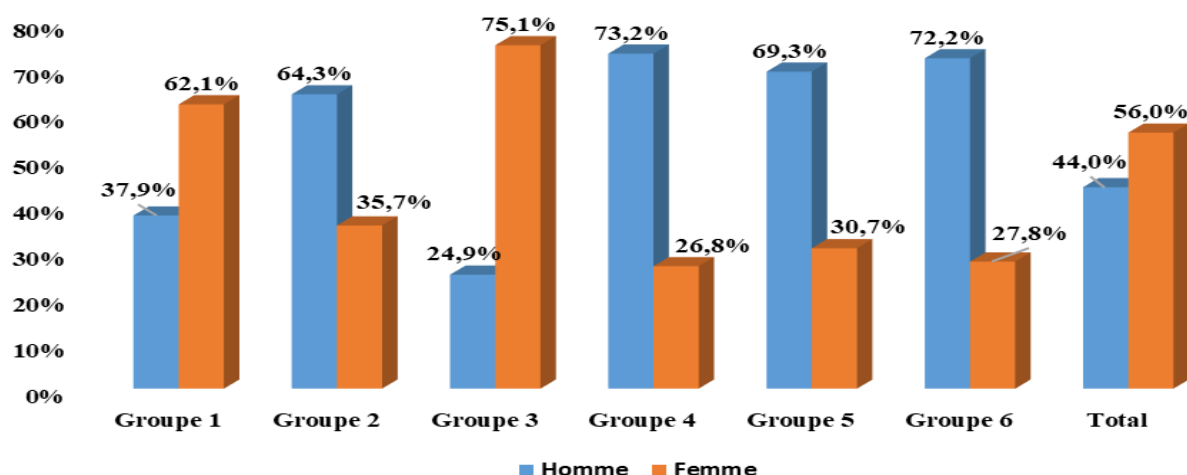
Variables	Description	Signe attendu
age	Age du producteur (trice)	+
genre	Sexe du producteur (trice) (1 = Homme et 2= femme)	+/-
use_fumure_orga	Utilisation ou non de fumure organique (1 = oui et 0 = non)	+
Alpha	Alphabétisé ou non (1 = oui et 0 = non)	+/-
edu	Niveau d'instruction du producteur (trice)	+/-
trsol_manuel	Utilisation de matériel manuel dans le travail du sol (1 = oui et 0 = non)	-
trsol_moto	Utilisation de matériel motorisé dans le travail du sol(1 = oui et 0 = non)	+
trsol_animal	Utilisation de la traction animale dans le travail du sol(1 = oui et 0 = non)	-

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

3.2. Présentations de la population étudiées

La population d'étude est composée de 1 047 riziculteurs répartis entre les régions de Kolda (34,5%), Sédhiou (22,9%) et Ziguinchor (42,6%). Cet effectif est composé majoritairement de femmes (56,0%) à l'image de la population mère. En considérant la répartition par sexe de l'effectif à l'intérieur des différents groupes, il ressort que le pourcentage d'hommes est plus élevé que celui des femmes dans les groupes 2, 4, 5 et 6, comme l'indique le graphique 3. Cependant, les groupes 1 et 3, étant de plus grande taille, compte respectivement, 62,1% et 75,1% de femmes dans leurs effectifs.

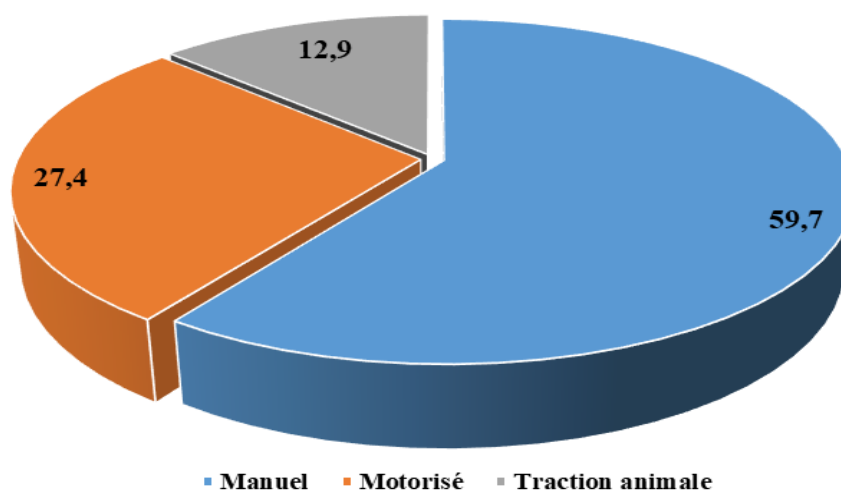
Graphique 3: répartition des riziculteurs de l'échantillon par sexe et par groupe



Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

Dans le processus de production, il apparaît que 59,7% des riziculteurs de l'échantillon font usage, exclusivement, du matériel manuel dans les travaux champêtres. Ceci étant témoin du retard accusé dans la mécanisation de la riziculture pluviale. Seul 12,9% des individus de l'échantillon utilise du matériel motorisé dans les différentes étapes des travaux.

Graphique 4: répartition des riziculteurs de l'échantillon selon le type de matériel utilisé dans le travail du sol



Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

En termes d'inputs entrant dans le système de production de riz, le tableau 4 montre que les quantités moyennes d'urée, de NPK et de semences augmentent dans le même sens que la surface moyenne emblavée.

Quant à l'utilisation de fumure organique, seul 14,4% des producteurs en font usage.

Tableau 4: situation des inputs entrant dans la production rizicole

Catégories	Moyenne input		
	Urée (kg)	NPK (kg)	Semence (kg)
Groupe 1	23,7	26,1	16,6
Groupe 2	39,2	40,5	19,7
Groupe 3	50,0	48,3	42,8
Groupe 4	40,6	52,8	32,6
Groupe 5	216,3	216,8	189,4
Groupe 6	627,8	647,2	533,9

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

L'utilisation de ces ressources ont permis de produire des quantités de riz dont la moyenne varie selon la catégorie comme l'indique le tableau 5. En effet, le groupes 4 et 2 présentent, en moyenne, de meilleurs rendements, soient, respectivement, 2,5 et 2,4 tonnes/ha. Alors que les riziculteurs appartenant aux groupes 6 et 4 présentent les niveaux de production moyens les plus élevés soient, respectivement, 7,6 et 3,5 tonnes.

Tableau 5: situation des outputs produites par les riziculteurs

Catégories	Moyenne output	
	Rendement (T/ha)	Production (T)
Groupe 1	2,0	0,4
Groupe 2	2,4	1,4
Groupe 3	1,7	0,9
Groupe 4	2,5	3,5
Groupe 5	1,7	2,2
Groupe 6	1,9	7,6

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

S'agissant du niveau d'instruction des riziculteurs, le tableau 6 montre que 51,6% des acteurs n'ont aucun niveau. Ces derniers sont plus présents au niveau des groupes 3 et 4 où ils représentent, respectivement, 57,0% et 57,7% des riziculteurs. Les individus qui ont atteint un niveau d'instruction primaire et moyen représentent quant à eux 25,4 et 11,4%, respectivement alors que moins de 1% ont atteint le niveau supérieur.

Tableau 6: niveau d'instruction des riziculteurs de l'échantillon

Catégories	Niveau d'instruction						Effectif total
	Sans niveau	Alphabétisation	Primaire	Moyen	Secondaire	Supérieur	
Groupe 1	49,9%	6,9%	26,9%	12,0%	3,3%	1,0%	391
Groupe 2	44,6%	9,6%	31,2%	13,4%	1,3%	0,0%	157
Groupe 3	57,0%	8,4%	22,7%	9,4%	1,9%	0,6%	309
Groupe 4	57,7%	9,9%	16,9%	12,7%	1,4%	1,4%	71
Groupe 5	51,5%	13,9%	22,8%	9,9%	0,0%	2,0%	101
Groupe 6	33,3%	5,6%	38,9%	16,7%	5,6%	0,0%	18
Total	51,6%	8,6%	25,4%	11,4%	2,2%	0,9%	1 047

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

3.3. Résultats et interprétations

L'application du modèle DEA sur les six (6) groupes de riziculteurs bénéficiaires du PPDC montre que seuls les groupes 2 et 5 affichent des coefficients d'efficacité inférieurs à 1. En d'autres termes seuls ces deux groupes ne possèdent pas un système de production efficace. Comme le montre le tableau 7, ce manque d'efficacité se justifie par des pertes (ou excès d'utilisation) au niveau des inputs notamment sur les quantités de semence, d'engrais NPK, d'urée et de main d'œuvre rémunérée comme non rémunérée.

Pour les pertes notées au niveau de l'utilisation des semences, elles sont plus importantes chez les riziculteurs du groupe 5, où elles se chiffrent à 8 388,7 kg, contre 955,5 kg au niveau pour les exploitants du groupe 2. Cependant, le manque d'efficacité au niveau de ces deux groupes est plus accentué par les excès notés au niveau de l'utilisation d'engrais NPK et de l'urée. En effet, elles sont, respectivement, de 2 873,5 et 3 458,6 kg pour le groupe 2 alors que le groupe 5 ces surplus sont estimés à 8 589,7 et 9 263,2 kg.

Tableau 7: Niveau d'efficacité des différents groupes de riziculteurs bénéficiaires du PPDC

		islack		
	Thêta	quant_sem (kg)	quant_npk (kg)	quant_uree (kg)
Groupe 1	1,0000			
Groupe 2	0,9819	955,5	2 873,52	3 458,60
Groupe 3	1,0000			
Groupe 4	1,0000			
Groupe 5	0,7804	8 388,7	8 589,67	9 263,19
Groupe 6	1,0000			

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

Le tableau 8 donne une idée de la répartition du coefficient d'efficacité à l'intérieur des différents groupes de riziculteurs. En effet celui-ci montre, qu'en moyenne, le groupe 5 possède le coefficient d'efficacité le plus élevé soit 79,7. Il est suivi par les groupes 4 et 6 qui affichent, respectivement, des coefficients techniques moyens de 75,6 et 75,2.

Par ailleurs, il faut noter que dans tous les groupes de producteurs il existe au moins un riziculteur dont le système de production est efficace. Cependant, les deux systèmes de production les moins efficaces apparaissent au niveau des groupes 1 et 3 avec des valeurs respectives de 22,7 et 26,1.

Tableau 8: Statistiques descriptives de l'efficacité des différents groupes de riziculteurs bénéficiaires du PPDC

Niveau d'efficacité	Groupes de riziculteurs					
	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5	Groupe 6
Moyen (%)	53,91	73,49	69,34	75,60	79,75	75,23
Minimum (%)	22,67	26,41	26,15	27,14	46,35	46,2
Maximum (%)	1	1	1	1	1	1

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

Par ailleurs, l'annexe 1 montre une répartition assez différente des riziculteurs selon leur coefficient d'efficacité à l'intérieur des groupes. De l'analyse de cette illustration, il y apparaît que :

- malgré son efficacité globale, le groupe 1 possède le plus grand pourcentage de riziculteurs (49,6%) dont le coefficient d'efficacité est inférieur ou égal à 50%. Dans le même groupe, il est noté que 29,2% des exploitants se situent entre 61 et 70% d'efficacité ;
- dans les groupes 3 et 4, les riziculteurs dont le coefficient d'efficacité se situe entre 71 et 80% représentent, respectivement, 27,5 et 38,0% de leurs populations.
- dans le groupe 5, il est noté une domination nette des riziculteurs qui ont une efficacité qui dépasse la barre des 90%. En effet ces derniers représentent plus de 30,7% de la population de ce groupe.
- les groupes 2 et 6, quant à eux, se caractérisent particulièrement par la part importante des riziculteurs dont le coefficient d'efficacité est compris entre 61 et 70%.

L'analyse des déterminants de l'efficacité technique des riziculteurs bénéficiaires du PPDC montre que l'âge, l'utilisation de fumure organique, le niveau d'instruction et l'utilisation d'un matériel motorisé ont une influence positive et fortement significative sur cet indicateur à l'exception de la variable *edu*. Cependant, le sexe, l'alphabétisation et l'utilisation du matériel manuel influence, pour leur part, négativement l'efficacité technique des riziculteurs et sont aussi fortement significatives à l'exception de la variable *Alpha*. En outre, le test de redondance des variables, dont le résultat est inscrit dans le tableau 9, montre que les variables relatives à l'alphabétisation et à l'éducation sont redondantes et ne contribuent pas à la qualité explicative du modèle. Ce même résultat a été évoqué dans les travaux de certains auteurs tels que Araujo et al. (1999), Gurgand (1997), Appleton & Balihuta (1996), Mamam et al. (2016).

Tableau 9: résultats du test de redondance des variables

Variables	Prob > F	Résultat
age	0,0001	Non redondante
genre	0,0002	Non redondante
use_fumure_orga	0,0000	Non redondante
Alpha	0,5241	Redondante
edu2	0,7548	Redondante
trsol_manuel	0,0002	Non redondante
trsol_moto	0,0013	Non redondante
trsol_animal	0,0000	Non redondante

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA, 2019

Ainsi les résultats montrent que l'influence positive de la variable d'âge sur le coefficient d'efficacité technique des riziculteurs peut être justifiée, d'abord, par l'expérience qui est un facteur important sur dans l'amélioration des rendements (Ndiaye, 2016). Ensuite, ces acteurs de la riziculture pluviale ont l'avantage de disposer de la main d'œuvre non salarié. Cette dernière étant essentiellement constituée des membres de leur propre famille ou de la famille lointaine. Enfin, ces producteurs disposent de moyens assez conséquents les permettant de recourir à un matériel motorisé dans le travail du sol. Cependant, cette relation positive de causalité entre le coefficient d'efficacité technique et l'âge est contredite par certains auteurs tels que Wadud & White (2000) et Balcombe et al. (2008). Ces derniers stipulent, en effet, que malgré l'augmentation de l'expérience avec l'âge, cette dernière variable a un effet négatif ou est sans influence sur le coefficient d'efficacité technique.

S'agissant de l'influence négative de la variable relative au sexe du producteur sur l'efficacité technique, elle signifie que les hommes sont plus efficaces que les femmes dans la production de riz pluviale dans la zone casamançaise. Ceci confirme les conclusions de certaines études rencontrées dans la littérature empirique portant sur le domaine agricole en Afrique de l'Ouest (Houndetondji et al., 2014 ; Mamam et al., 2016). Ce phénomène est pour la plupart expliqué par le fait que les hommes disposent d'un accès plus facile, d'une part, à d'importantes superficies et d'autre part à l'équipement moderne de production. Contrairement aux femmes qui, souvent, ne sont pas favorisées dans l'accès à la terre, aux crédits et à la main d'œuvre.

Aussi l'analyse du tableau 12 montre aussi que l'utilisation de la fumure organique augmente l'efficacité dans la production de riz pluviale. En effet, même si le PPDC a mis à la disposition de ses bénéficiaires de l'engrais chimique, certains ont fait aussi recours à la fumure organique constituée essentiellement, dans cette zone, de bouse de vache. L'efficacité de l'amélioration de la production agricole en faisant recours à ce type de fertilisant a fait l'objet de l'étude des auteurs Anika et al. (2012). Dans leur papier, il a été question d'étudier l'effet de la fumure

organique et minérale sur la croissance et le rendement alimentaire agricole des légumes locaux amarante. Leur résultat montre une amélioration nette des rendements, donc de la production, des parcelles qui ont fait l'objet de traitement par fumure organique. Ce qui confirme le résultat trouvé au niveau des riziculteurs de notre étude.

Les résultats prescrits dans le tableau 10, montre aussi que l'utilisation d'un matériel manuel dans le travail des surfaces rizicoles diminue l'efficacité technique des producteurs contrairement à celle du matériel motorisé. L'importance de la mécanisation dans l'amélioration du rendement agricole a été soulevé par plusieurs auteurs dans leurs travaux. Si certains tels que Ites (1977), Nandal et Rai (1987), Balishter et al. (1991) mettent en exergue l'importance de la mécanisation sur l'accroissement de la productivité et des rendements agricoles, d'autres comme Pathak et al. (1978) trouvent que les exploitations agricoles qui disposent d'un matériel motorisé sont plus efficace que celles qui font recours à la traction animale.

Tableau 10: Déterminants de l'efficacité de la production de riz au niveau des bénéficiaires du PPDC

theta	Coefficient	Std. Err.	t	P>t
age	0,0025258	0,0006276	4,02	0,0000***
genre	-0,046951	0,0126159	-3,72	0,0000***
use_fumure_orga	0,0760497	0,0172187	4,42	0,0000***
Alpha	-0,0124141	0,0194816	-0,64	0,5240
edu	0,0023751	0,0076037	0,31	0,7550
trsol_manuel	-0,0711673	0,0187603	-3,79	0,0000***
trsol_moto	0,0653583	0,0202592	3,23	0,0010***
_cons	0,6708359	0,0366814	18,29	0,0000***
/sigma	0,1923601	0,0044556		
Number of observations : 1 046				
Prob > chi2 = 0.0000				
Pseudo R2 = -1.1239				

Significatif au seuil de :1%***, 5% **, 10%*

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de la DAPSA & PPDC, 2019,

Conclusion

Dans la présente étude, cette étude analyse l'efficacité technique des riziculteurs bénéficiaires du PPDC et les déterminants de cette efficacité. Pour ce faire un échantillon de 1 047 producteurs a été tirés à partir de la base de bénéficiaires du projet lors de la campagne agricole de 2018. Cette population d'étude est répartie entre les trois régions que couvre le projet et se compose majoritairement de femmes (56,0%).

Pour procéder au calcul de l'efficacité technique des systèmes de production des riziculteurs, ces derniers ont été regroupés en 6 groupes. Cette décomposition étant basée sur des variables relatives à la taille des exploitations et les moyens de production dont disposent ces riziculteurs. Grâce à la méthode DEA sous Stata, orienté input et CRS, il a été trouvé que seuls deux groupes de riziculteurs ne sont pas efficaces. L'inefficacité de ces derniers est expliquée, entre autres, par le gaspillage de ressources tels que les semences, l'urée, le NPK, etc. Par ailleurs l'étude de la répartition de cette inefficacité, à l'intérieur des catégories de producteurs, a montré une variation significativement différente d'un groupe à un autre.

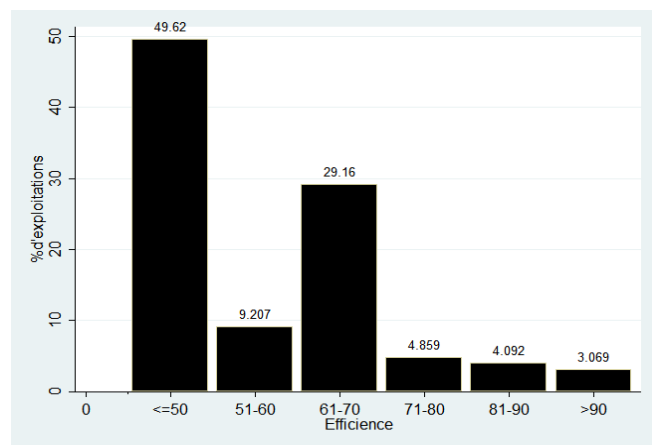
Afin de trouver une explication à l'efficacité des riziculteurs de notre recherche, une modélisation Tobit a été utilisée en se servant de leurs caractéristiques individuelles. Celles-ci sont relatives à l'âge, le sexe, l'utilisation de fumure organique, l'alphabétisation, le niveau d'instruction et le type de matériel utilisé dans le travail du sol. Les résultats de cette modélisation ont montré l'effet positif, sur l'efficacité technique, de l'âge, le sexe masculin, l'utilisation de la fumure organique et le fait de disposer d'un matériel agricole motorisé dans le travail des sols. Aussi, la non significativité de l'alphabétisation et du niveau d'instruction sur l'efficacité des riziculteurs a été aussi noté dans ces résultats, comme c'est le cas dans plusieurs études dans le domaine agricole.

S'agissant des enseignements de politiques publiques visant une amélioration de l'efficacité des riziculteurs, donc de leur production, ils tournent essentielles autour de deux aspects. Il s'agit, d'une part, de faciliter l'accès à la terre et aux moyens de production aux femmes. D'autre part, en plus de la semence certifiée et des engrais mis à la disposition des riziculteurs bénéficiaires, les politiques doivent faciliter les conditions d'accès au matériel agricole motorisé. Ceci dans le but de permettre une augmentation significative de la production accompagnée d'une baisse de l'utilisation de main d'œuvre au niveau des « petits » comme des « grands » producteurs

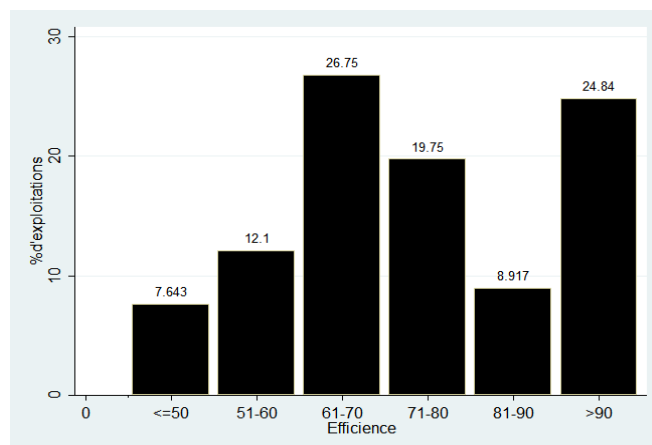
ANNEXES

Annexe 1 : Distribution de fréquences des scores d'efficacité de la production de riz au niveau des bénéficiaires du PPDC

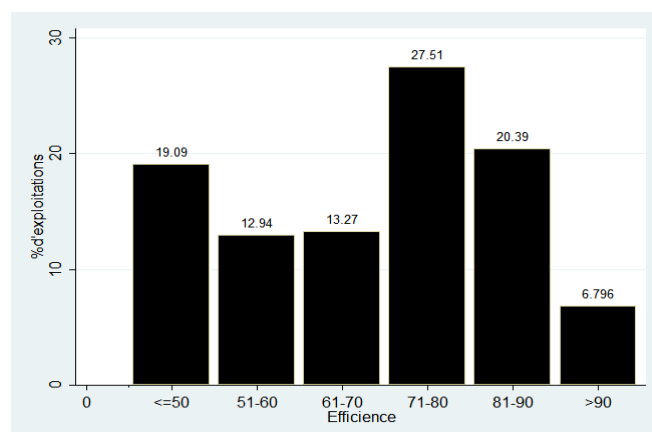
Groupe 1



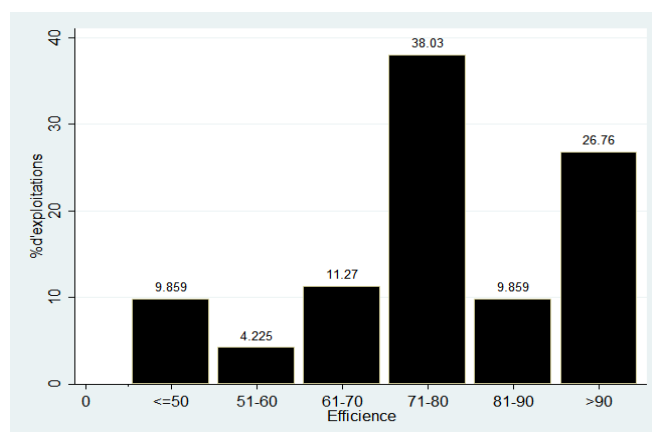
Groupe 2



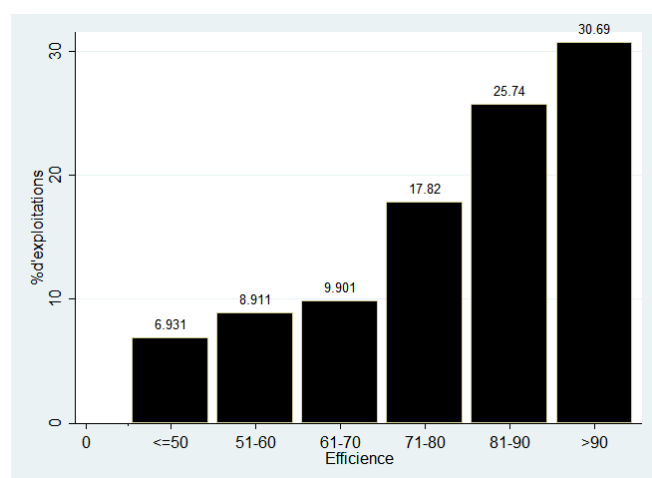
Groupe 3



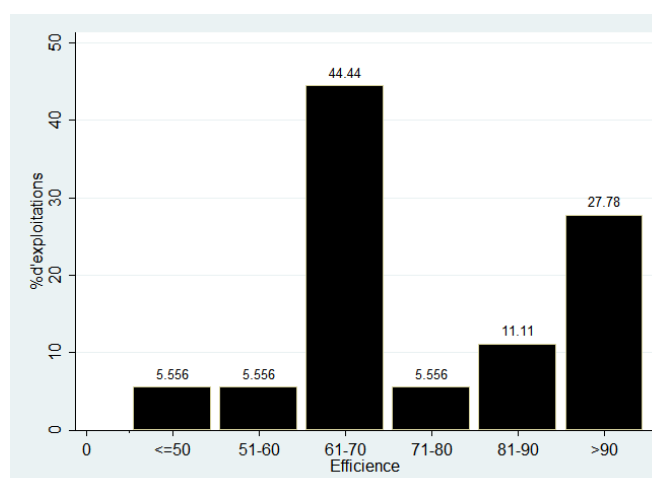
Groupe 4



Groupe 5



Groupe 6



BIBLIOGRAPHIE

Article de revue

- Anika, S. M., Rahman, M., & Kina, A.** (2012). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth and yield of amaranth. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 37(2), 239–247.
- Appleton, S., & Balihuta, A.** (1996). Education and agricultural productivity: Evidence from Uganda. *Journal of International Development*, 8(3), 415–444.
- Araujo, C., de Janvry, A., & Sadoulet, E.** (1999). Access to land and rural poverty. *World Bank Economic Review*, 13(3), 451–478.
- Balcombe, K., Fraser, I., & Latruffe, L.** (2008). Technical efficiency and productivity change in the Polish dairy sector: Evidence from the post-liberalisation period. *Applied Economics*, 40(28), 3565–3577.
- Balishter, S., et al.** (1991). Impact of mechanization on crop productivity in India. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 46(3), 254–263.
- Battese, G., & Coelli, T.** (1995). A model for technical inefficiency in stochastic frontier production. *Empirical Economics*, 20(2), 325–332.
- Blancard, S., Boussemart, J.-P., Briec, W., & Kerstens, K.** (2013). Allocative inefficiency decomposition: A non-parametric application to productive performance of French farmers. *European Journal of Operational Research*, 229(2), 427–439.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P.** (2009). *Microeconometrics: Methods and applications*. Cambridge University Press.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E.** (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Chilingerian, J.** (1995). Evaluating physician efficiency in hospitals. *Annals of Operations Research*, 67, 197–224.
- Coelli, T., Rao, D., O'Donnell, C., & Battese, G.** (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer.
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J.** (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Springer.
- Coulibaly, Y., et al.** (2017). Technical efficiency of rice farmers in Mali. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*.
- Ghali, B., Feki, H., & Mabrouk, I.** (2014). Technical efficiency of wheat farmers in Tunisia. *New Medit*, 13(1), 31–41.
- Greene, W.** (2012). *Econometric Analysis* (7th ed.). Pearson.

- Gurgand, M.** (1997). Education and agricultural productivity in developing countries. *World Bank Economic Review*, 11(2), 267–295.
- Guth, M., & Katarzyna, S.** (2018). Technical efficiency of European farms by production types. *Sustainability*, 10(12), 1–18.
- Houndetondji, F., et al.** (2014). Gender and agricultural productivity in West Africa. *African Development Review*, 26(1), 67–75.
- Ites, E.** (1977). Mechanization and productivity change in agriculture. *Journal of Farm Economics*, 59(3), 553–564.
- Ji, Y., & Lee, C.** (2009). Data envelopment analysis. *The Korean Economic Review*, 25(1), 23–50.
- Latruffe, L.** (2010). Competitiveness, productivity and efficiency in the agricultural and agri-food sectors. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*.
- Lee, C., et al.** (2009). Tobit models and efficiency. *Journal of Productivity Analysis*, 31(1), 1–13.
- Maddala, G.** (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press.
- Mamam, H., et al.** (2016). Technical efficiency of rice farmers in Togo. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 8(11), 240–249.
- Nandal, B., & Rai, K.** (1987). Farm mechanization and productivity in Haryana. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 42(3), 182–190.
- Ndiaye, A.** (2016). Impact of experience on agricultural yields in Senegal. *African Journal of Agricultural Economics*.
- Ngom, P., et al.** (2016). Technical efficiency of rice farmers in the Senegal River Valley. *Cahiers Agricultures*, 25(4), 350–356.
- Oluwatayo, I., & Adedeji, T.** (2019). Efficiency of fish farming in Nigeria. *Aquaculture Reports*, 13, 100–178.
- Pathak, B., et al.** (1978). Mechanization and efficiency in Indian agriculture. *Journal of Rural Development*, 17(2), 133–147.
- Thanassoulis, E.** (2001). *Introduction to the theory and application of DEA*. Kluwer.
- Wadud, A., & White, B.** (2000). Farm household efficiency in Bangladesh. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 44(1), 109–126.
- Wilczynski, A., et al.** (2020). DEA analysis of dairy farms in Poland. *Agricultural Economics*, 66(2), 85–97.

Ouvrages et livres

Coelli, T., Rao, D., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer.

Greene, W. (2012). *Econometric Analysis*. Pearson.

Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press.