



Rentabilité de la production du riz sous différentes mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) au Nord Bénin

Kassimou ISSIAKA¹, Clarisse TAMA², Jacob Afouda YABI³

¹ Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), Bénin, BP 123 Parakou

² Département de Sociologie, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), Université de Parakou (UP), Bénin, BP 123 Parakou

³ Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), Bénin, BP 123 Parakou

Reçu le 20 Octobre 2018 - Accepté le 13 Mai 2019

Profitability of rice production under Water and Soil Conservation Measures (WSC) in North Benin

Abstract: This paper aims at analysing the effect of the Water and Soil Conservation (WSC) Measures on economic performance of paddy production in the communes of Malanville and Kouandé in Benin. One hundred (100) rice farmers were randomly selected and surveyed. Quantitative and qualitative data about rice production inputs and outputs were collected using structured questionnaire. Economic profitability indices and Seemingly Unrelated Regression (SUR) model were used to analyse data collected. Results showed that the average profit and the net rate of returns of rice farmers in the study area were 159.792 FCFA/Ha and 0.31 respectively. Small bunds and stone barriers are the major WSC measures employed by rice producers in the study area. Budding had a significant and positive effect on the net margin of farmers at 10% significant level. On the other hand, the use of stone barriers had negative but non-significant effect on the net rate of returns of farmers. The implementation the later strategy is very expensive in terms of maintenance of initial investment and hence adopting rice producers are unable to pay back interest on loans.

Keywords: Water and soil conservation, economic analysis, simultaneous regression, paddy rice, northern Benin.

Résumé : Cet article vise à analyser l'effet des mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) sur la performance économique de la production du riz paddy dans les communes de Malanville et de Kouandé au Bénin. Cent (100) riziculteurs ont été sélectionnés de façon aléatoire et enquêtés. Des données quantitatives (inputs et outputs de production) et qualitatives (sexe, Commune, localisation des terres, contrainte d'accès au service de vulgarisation, accès au crédit pour la riziculture, etc.) ont été collectés à l'aide d'un questionnaire structuré. Les indicateurs de la rentabilité économique puis le modèle de régressions simultanées apparemment indépendante (SUR) ont permis d'analyser ces données. Les résultats obtenus suggèrent que la marge nette moyenne des riziculteurs était de 159,792 FCFA/Ha et que le taux de rentabilité interne moyen de la zone d'étude est de 0,31. Par ailleurs, les cordons pierreux et les diguettes filtrantes sont les principales techniques des mesures CES utilisées par les producteurs de riz dans la zone d'étude. La construction des diguettes filtrantes a un effet significatif et positif au seuil de 10% sur la marge nette des riziculteurs. Par ailleurs, l'utilisation des cordons pierreux a un effet négatif mais non significatif sur le taux de rentabilité interne des riziculteurs. La bonne application de cette technique semble être très coûteuse du point de vue de la maintenance ou de l'investissement initial, ce qui rendait les riziculteurs adoptants incapables de payer les intérêts contractés sur les prêts.

Mots clés: Conservation des eaux et des sols, analyse économique, régression simultanée, riz paddy, Nord Bénin.

1. Introduction

L'agriculture contribue au bien-être humain en produisant non seulement de la nourriture, des matières premières mais aussi de l'emploi. Cette nourriture extrait des ressources naturelles provient de la plupart des cultures céréalières. Parmi ces céréales y figure le riz (*Oryzasativa*), aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale dont la demande passera de 676 millions de tonnes en 2010 à 763 millions de tonnes en 2020 (Moinina et al. 2018). Cette spéculation intervient fortement dans l'alimentation des populations en Afrique occidentale où près de 40% des besoins sont assurés par le marché international (del Villar and Bauer, 2013; Gnacadja et al. 2018). Au Bénin, le riz est la base de plusieurs recettes culinaires (Kinkpe et al. 2016). Il est de nos jours fortement consommé par les ménages en milieux urbains et ruraux en raison de sa facilité et de la rapidité de sa cuisson (Adégbola and Sodjinou, 2003). Il y occupe d'ailleurs la troisième place en termes de production de céréales après le maïs et le sorgho (Abel, 2009). Dès lors, le riz apparaît comme l'une des filières prioritaires retenues pour servir de levier au développement agricole au Bénin (Moumouni, 2019). Bien que le pays dispose d'importantes ressources naturelles (Bas-fonds et terrains inondables) favorables à une riziculture très rentable (Kinkhou, 2019), les performances de cette filière restent encore inférieures aux attentes des consommateurs et aux espérances stratégiques (Fall, 2016). Ceci se justifie pleinement par la quantité de riz importé dans le pays (Kinkpe et al. 2016; Gnacadja et al. 2018).

Le défi majeur de la riziculture béninoise est de produire du riz de qualité en quantité suffisante pour couvrir les besoins nationaux et réduire ainsi les importations. Malheureusement, deux contraintes minent l'atteinte de cet objectif : la faible productivité et la faible qualité des produits finis (Dossouhoui, 2019). A titre d'exemple, le rendement moyen du riz au Bénin est resté en deçà des rendements moyens sur les quinze dernières années soit 2,4T/Ha contre 3,5T/Ha au plan mondiale (Sossou, 2015). Cette faible productivité du riz se traduit par des taux faibles de rentabilité pour les producteurs. Dans un contexte où la rentabilité économique apparaît comme l'un des facteurs importants d'adoption d'une spéculation, l'amélioration de la productivité agricole devient une nécessité. Plusieurs auteurs ont montré que cette faible productivité était liée à la dégradation du sol (Théogène et al. 2018), aux effets du changement climatiques, à l'utilisation abusive

des intrants chimiques, à la mauvaise qualité des semences (Feyem et al. 2016), à la surexploitation, à de mauvaises pratiques agricoles et aux types de variété cultivée (Gaya et al. 2018; Moumouni, 2019). D'autres auteurs mettent l'accent sur les maladies, les attaques des insectes (Bosanza et al. 2018) et des agents pathogènes (Verdier et al. 2012).

Pour pallier ces problèmes, le MAEP à travers son Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) élaboré en 2017 indique clairement la nécessité d'augmenter le rendement à travers l'identification et la sélection des meilleures variétés/espèces, la promotion de l'agriculture biologique et écologique, la diffusion des techniques modernes et les bonnes pratiques endogènes. De plus, Abou et al. (2018) suggèrent qu'un accent particulier soit mis sur le facteur eau, le système d'irrigation et l'expansion des terres. De même, Seye et al. (2018) ajoute que la mise en place des mesures CES surtout la fixation des diguettes améliorerait les caractéristiques physico-chimiques du sol pour une bonne production rizicole. Cependant, les résultats économiques de l'adoption des diverses mesures CES ne sont pas encore systématiquement étudiés. La principale question de recherche est donc : Quelle est le niveau de rentabilité de la production du riz sous les différentes CES utilisées par les producteurs ? Ainsi, l'hypothèse de base est que la rentabilité économique de la production varierait selon les mesures CES utilisées.

Dans le but de contribuer aux débats et réflexions sur la filière riz, le présent article cherche à voir l'effet des Mesures de la Conservation des Eaux et des Sols (Mesures de gestion de la fertilité des sols et d'adaptation aux changements climatiques) sur la performance économique de la production du riz paddy dans les communes de Malanville et de Kouandé. Cet article accompagnerait les dirigeants dans l'atteinte de leur objectif de promotion de la filière rizicole et encourageraient les bailleurs de développement à restructurer leurs axes d'interventions afin de mieux investir.

2. Cadre théorique

L'approche théorique de cette étude est celle de l'effet de l'adoption d'une nouvelle technologie ou d'une innovation sur la performance économique du producteur. Les exploitations agricoles à l'image des entreprises agricoles dirigées par le chef d'exploitation visent avant tout des fins économiques et sociales. Ceci les amène à s'organiser tout au long du processus de production. Cette organisation paysanne élaborée par Chayanov (1990), suppose que l'exploitation en fonction des conditions socioéconomiques qui la caractérise se fixe un niveau de revenu à atteindre comme objectif pour satisfaire ses besoins. Pour y arriver, elle combine ses différents facteurs de production notamment la main d'œuvre, le foncier et le capital. Dans la théorie

* Auteur Correspondant : ja_yabi@yahoo.com

Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

néoclassique, le producteur est appelé à être rationnel. Pour se faire, il est appelé à utiliser judicieusement les ressources disponibles afin d'avoir un meilleur revenu. A la fin de son campagne, les revenus marginaux doivent évaluer les coûts marginaux de production.

Toutefois, l'atteinte de ces objectifs aujourd'hui ne dépend pas uniquement de la manière dont les ressources sont combinées mais aussi de la capacité du producteur à accepter et adopter les innovations dans un contexte où l'environnement se dégrade de jour en jour. Elle est non seulement essentielle pour l'industrialisation, mais permet aussi l'augmentation de la productivité et par conséquent, le revenu de la population rurale majoritairement pauvre (de Janvry et al. 2015). Par ailleurs, les caractéristiques socioéconomiques des potentiels adoptants (Daberkow and McBride, 1998), les facteurs agro-écologiques (Khanna, 2001), les facteurs institutionnels (Tey and Brindal, 2012), les facteurs informationnels (Robertson et al. 2012; Larson et al. 2008), la perception des agriculteurs de l'innovation (Walton et al. 2008), les facteurs comportementaux (Lynne et al. 1988) et les facteurs technologiques (Roberts et al. 2004) sont les déterminants dont peut dépendre le revenu agricole.

Dans cette étude, les Mesures de la Conservation des Eaux et des Sols constituent l'innovation susceptible d'avoir une incidence positive sur le revenu des producteurs (Egah et al. 2014).

Sur ces bases, plusieurs études empiriques ont analysé les déterminants de la productivité, du rendement ou de l'adoption de certaines pratiques par les producteurs. Adegbola et al. (2003) dans leur étude sur la compétitivité de la riziculture ont montré que la rentabilité de la production du riz au Bénin était fonction de la zone d'étude et du système de production pratiqué. Yabi et al. (2012) ont montré en se basant sur le Taux Moyen de Rémunération du Capital que la majorité des riziculteurs de la commune de Malanville ne pouvaient pas rembourser les crédits empruntés à partir des revenus issus de ladite activité. Pour Ouedraogo (2012), la taille des ménages permet aux producteurs de satisfaire leurs besoins en main d'œuvre. Ce dernier constitue une véritable contrainte dans le système d'agriculture extensive. En évaluant l'impact des contrats agricoles sur le revenu des producteurs du riz au Bénin, Olounlade et al. (n.d.) avaient montré que l'héritage des terres affecte positivement le revenu du producteur et offre aux producteurs un plan de production à long terme. Selon Nuama (2006), l'accès au service de vulgarisation a un effet positif et significatif sur la production agricole. De même, les résultats de Nonvide (2017) ont prouvé que les services de vulgarisation permettent aux riziculteurs de se familiariser avec les nouvelles pratiques et technologies agricoles. Toutefois, les activités rémunératrices sont d'une grande importance pour le producteur

car elle joue un rôle de substitution en cas de mauvaise récolte (Gondard-Delcroix and Rousseau, 2004). L'activité secondaire constitue une autre source de revenu pour le producteur et peut même l'aider à augmenter son investissement à travers l'achat des intrants agricoles (Yegbemey et al. 2014).

Ngom et al. (2016) et Nuama (2006) ont montré respectivement que l'instruction peut permettre au riziculteur de choisir les quantités d'intrants qu'il lui faut et de faire un bon choix des techniques culturales disponibles et que le producteur instruit a non seulement la facilité dans la maîtrise des techniques modernes de production mais aussi l'opportunité d'avoir les informations nécessaires sur les prix de marché et d'acheter ses inputs à moindre prix. En outre, dans son étude sur les déterminants des rendements dans les systèmes de production de riz en Afrique de l'Ouest, Niang et al. (2017) qui ont montré que la construction de diguettes permettait d'augmenter les rendements. Ces différents résultats ont servi de bases théoriques pour le cadre analytique de la présente étude.

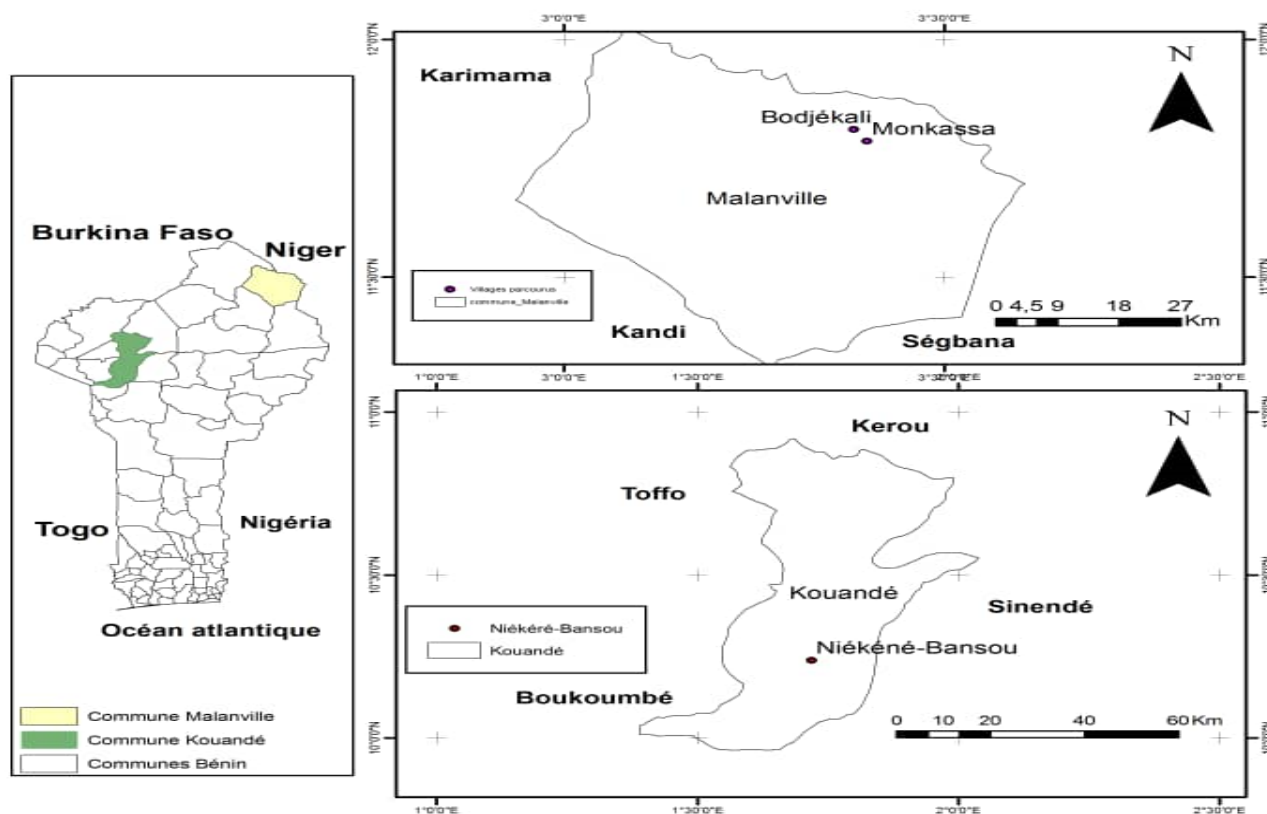
3. Matériel et méthodes

3.1. Zone d'étude

L'étude a été conduite dans les zones agro-écologiques 1 et 3. Elles ont été choisies du fait qu'elles font partie des zones très vulnérables aux changements climatiques. Dans ces zones, deux communes ont été retenues : Malanville et Kouandé. Ces deux communes cibles sont situées entre les parallèles 9°8 – 12°00 de l'attitude Nord et les méridiens 1°22 – 3°35 de longitude Est. Les villages de Bodjécali et de Monkassa dans la commune de Malanville et celui de Niékéné-Bansou dans la commune de Kouandé étaient sélectionnés car identifiés pour bénéficier d'un projet de Résilience aux effets des Changements Climatiques par la Gestion Durable des Terres (PRCC-GDT) financé par le Fonds National pour l'Environnement et le Climat (FNEC). La Figure 1 présente la zone de l'étude.

3.2. Echantillonnage et base de données

L'unité d'observation de cette étude était le riziculteur. Les riziculteurs des villages retenus dans les deux communes ont été recensés au prime à bord suivant les critères : (i) avoir emblavée au moins 0,25Ha pour la production du riz (ii) avoir un âge compris entre 18 et 55 ans, ce qui avait permis d'avoir une base de sondage. Ensuite, l'échantillonnage aléatoire simple a été effectué pour la sélection des producteurs enquêtés. Ces producteurs bénéficieraient des appuis du PRCC-GDT.



Source : Fonds Topographique, IGN, 2007

Figure 1: Carte de la zone d'étude

La taille de l'échantillon a été arbitrairement fixée tout en tenant compte du minimum de 31 observations requises selon le théorème de la limite centrale qui suggère que si la taille de l'échantillon est suffisamment grande (>30) alors la distribution d'échantillonnage se rapproche de la distribution de la loi normale. Ainsi, dans chaque commune, cinquante (50) riziculteurs (bénéficiaires) ont été ainsi sélectionnés et enquêtés, soit un total de cent (100) riziculteurs sur l'ensemble de la zone d'étude.

Des données primaires quantitatives et qualitatives ont été collectées par des interviews en suivant un questionnaire structuré administré à chaque riziculteur. Ces données avaient trait aux caractéristiques socio-économiques des producteurs (âge, expérience, sexe, niveau d'instruction, l'accès aux crédits, l'ethnie, le niveau d'alphabétisation, superficie, stratégie de gestion des terres), les quantités et prix unitaires des inputs et outputs impliqués dans le processus de production du riz paddy y compris les outils utilisés lors de la production.

3.3. Méthode d'analyse

3.3.1. Calcul des indicateurs de rentabilité économique

Pour évaluer la performance économique de la production du riz paddy, deux indicateurs ont été utilisés en s'inspirant des travaux de Yabi et al. (2012). Il s'agit notamment de la marge nette (MN) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI).

Marge nette de production

La marge nette de production exprimée en FCFA/Ha est obtenue en déduisant du produit brut en valeur (PBV en FCFA/Ha), les charges variables (CV en FCFA/Ha) et fixes (CF en FCFA/Ha) de production. Sa formule mathématique est la suivante :

$$MN = PBV - CV - CF \quad (1)$$

Le produit brut en valeur est le produit de la quantité de riz paddy produite en Kg/Ha et le prix unitaire de vente. Les charges variables regroupent les coûts qui changent avec la quantité d'extrants produite, mais pas forcément de façon proportionnelle (Sodjinou, 2016). Il s'agissait notamment ici du prix de la semence, du NPK et d'Urée, des herbicides totaux et sélectifs, les frais de la carburation pour l'irrigation et le transport puis le cout de la main-d'œuvre salariée. Les charges fixes (CF) correspondent à des coûts qui varient peu dans une courte période lorsque l'activité varie dans une certaine fourchette et sont indépendantes de la nature, de la dimension et de l'intensité des activités pratiquées au sein de l'entreprise, au cours de la période de référence (Sodjinou, 2016). Ces charges dans cette étude comprenaient l'amortissement des outils ayant servis à la production du riz, la rente foncière, l'intérêt sur emprunt et les salaires de la main-d'œuvre permanente. Si la marge nette est positive ($MN > 0$), alors on en déduit que le produit brut arrive à couvrir tous les coûts totaux (variables +fixes) et que la production est économiquement rentable. Par contre, si la marge nette est négative ($MN < 0$), alors le produit brut n'arrive pas à couvrir tous les coûts totaux.

Le taux de rentabilité interne

Le taux de rentabilité interne est la différence de la marge nette et la valeur la valeur de la main-d'œuvre familiale (VMO en FCFA/Ha) sur la somme des charges totales de production et valeur la valeur de la main-d'œuvre familiale. Sa formule mathématique est :

$$TRI = \frac{(MN - VMO)}{(CT + VMO)} \quad (2)$$

La valeur de la main-d'œuvre familiale VMO est obtenue en multipliant la quantité physique de main-d'œuvre familiale totale par le prix moyen de la main-d'œuvre salariée qui est de 1500FCFA dans notre zone d'étude. Les charges totales de production regroupent la charge variable et la charge fixe. L'interprétation du TRI se fait en le comparant au taux d'intérêt i appliqué par les institutions de micro-finance de la zone de l'étude. Ainsi, nous avons les deux (2) cas suivants :

- Si $TRI > i$, alors l'activité est économiquement rentable du point de vue de l'investissement du capital CT.
- Si par contre $TRI < i$, alors l'activité n'est pas économiquement rentable du point de vue de l'investissement du capital CT. En effet, un producteur qui contracte un crédit au taux d'intérêt i (taux d'intérêt de la zone) pour mener l'activité considérée ne pourra pas payer les intérêts à partir de la marge nette générée par celle-ci.

3.3.2. Modélisation des déterminants des indicateurs de rentabilité économique

Généralement, pour analyser les déterminants de plusieurs indicateurs de rentabilité, des régressions indépendantes pour chaque indice pré-calculé sont estimées. Cette méthode révèle une insuffisance en ce sens qu'elle ne permet pas de sauvegarder l'information qu'ont de commun les paramètres calculés surtout quand le terme d'erreur de ces dernières est corrélé. A titre d'exemple, le calcul du taux de rentabilité interne nécessite d'abord le calcul de la marge nette. Les paramètres étant donc corrélés, il serait intéressant de faire une modélisation incluant un ensemble d'équation. Ce modèle (système d'équations SUR) a été introduit par Zellner en 1962 pour estimer les équations multiples et améliorer l'efficacité de l'estimation. Toutefois dans l'estimation, chaque équation est autorisée à avoir des variables dépendantes et indépendantes différentes (Pastpipatkul et al. 2015).

Dans la présente étude chaque équation a le même nombre de variables indépendantes. Les variables dépendantes M1 et M2 sont les indicateurs de la rentabilité économique préalablement calculés. Il s'agit respectivement de la marge nette (MN) et le taux de rentabilité interne (TRI).

La relation entre les performances technique et économique de production et les facteurs pouvant les déterminer peuvent s'écrire sous la forme :

$$M_{ij} = f(X_{ij}, u_{ij}) \quad (3)$$

M_{ij} est la performance j ($j=1, 2$) du producteur i , X_{ij} représentent les facteurs socio démographiques et économiques liés au producteur i susceptibles d'expliquer les différences de niveaux de performance et u_{ij} sont les termes d'erreur aléatoire. Parmi les X_{ij} , ceux affectant la performance sont déduits à travers le signe de leur coefficient et leur degré de significativité.

En supposant que les différentes techniques de la mesure de Conservation des Eaux et des Sols (CES) peuvent avoir d'influence sur la performance de la production du riz, en tenant compte aussi de la spécification (3), le système d'équations suivant peut être considéré :

$$\begin{cases} M_{1i} = \alpha_1 + \sum_n \beta_{1n} Z_{in} + \sum_{n'} \delta_{1n'} P_{in'} + u_{1i} \\ M_{2i} = \alpha_2 + \sum_n \beta_{2n} Z_{in} + \sum_{n'} \delta_{2n'} P_{in'} + u_{2i} \end{cases} \quad (4)$$

Ici, P_i représentent les différentes mesures CES, Z_i les caractéristiques socio-économiques et démographiques des riziculteurs, α_i les termes constants, β_j et δ_j les coefficients de régression et u_i les termes d'erreurs. Le tableau 1 suivant présente l'ensemble des variables explicatives et les signes attendus.

Tableau 1 : Variables indépendantes introduites dans le modèle

Paramètres	Types de variables	Modalités	Signes attendus
Caractéristiques socioéconomiques			
Commune	Variable discontinue	0=Kouandé ; 1= Malanville	+/-
Taille de ménage	Variable continue	En nombre de personnes	+
Age	Variable continue	En nombre d'années	+
Sexe	Variable discontinue	0=Féminin ; 1=Masculin	+/-
Activité secondaire	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Scolarisation	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Localisation des terres	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	-
Contrainte d'accès au service de vulgarisation	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	-
Accès au crédit pour la riziculture	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES)			
Cordons pierreux	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Diguettes filtrantes	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+

4. Résultats

4.1. Caractéristiques socioéconomiques

Le tableau suivant présente les statistiques descriptives des principales caractéristiques socioéconomiques des enquêtés et des mesures CES utilisées par eux.

Tableau 2 : Statistiques descriptives

Variable qualitative	Modalité	Fréquence relative (%)
Sexe	Féminin	18
	Masculin	82
Accès au crédit agricole	Non	66
	Oui	34
Construction des diguettes	Non	54
	Oui	46
Scolarisation	Non	60
	Oui	40
Location des terres	Non	92
	Oui	8
Technique de Cordons pierreux	Non	90
	Oui	10
Contrainte d'accès au service de vulgarisation	Non	36
	Oui	64
Activité secondaire	Non	62
	Oui	28
Variable quantitative	Moyenne	Ecart-type
Age (Nombre d'années)	43,35	12,483
Taille du ménage (Nombre de personnes)	12,49	7,23

Il en ressort que 82% des riziculteurs enquêtés étaient des hommes. La moitié environ n'étaient pas instruits et n'avaient pas accès au crédit agricole. (Environ 64% sont confrontés aux contraintes d'accès au service de vulgarisation et 28% avaient une activité secondaire. Seulement 8% des enquêtés allouaient des ressources pour la location des bas-fonds cultivables. En moyenne, la taille de ménage était de 13 personnes (± 7) par ménage. Quant à l'âge moyen, il était de 43 ans (± 12) dans l'ensemble de la zone d'étude. En ce qui concerne les principales techniques des Mesures de

CES, 46% des riziculteurs ont constitué des diguettes tout autour de leur champ et 10% ont installé des Cordons pierreux.

4.2. Rentabilité économique des riziculteurs

Le tableau 3 présente les indicateurs de rentabilité économiques estimés des riziculteurs de la zone d'étude.

Tableau 3 : Indicateurs de rentabilités

Indicateurs de rentabilité	Moyenne	Ecart-type
Cout total de production (FCFA/Ha)	350450,4	351628,3
Produit Brut (FCFA/Ha)	510242,8	352523,4
Marge nette de production (FCFA/Ha)	159792,4	237576,2
Taux de Rentabilité Interne	0,31	0,53

De l'analyse de ce tableau, il ressort que la moyenne de la marge nette des riziculteurs était de 159.792 FCFA/Ha (tableau 3). La production de riz se révèle alors intéressante économiquement. De plus, le taux de rentabilité interne moyen de la zone d'étude était de 0,31, supérieur au taux d'intérêt (0,24) des institutions présentes dans la zone d'étude. Ce taux d'intérêt permettait donc aux riziculteurs de faire un prêt auprès des institutions de micro finance présentes dans la zone.

4.3. Déterminants de la rentabilité économique

Le modèle de régression simultanée estimé était globalement significatif au seuil de 1%. Les variations observées au niveau des variables explicatives expliquaient respectivement 27,27% et 40,63% des variations de la marge nette et du taux de rentabilité interne. Le tableau 4 présente les résultats du modèle.

Les variables socioéconomiques telles que la commune d'étude, le sexe, la location des terres cultivables, la taille du ménage, la scolarisation, l'activité secondaire et les contraintes liées à l'accès aux services de vulgarisation influençaient significativement les indices de performance économique calculés. Le fait que

le riziculteur appartient à la commune de Malanville a un effet négatif et significatif au seuil de 5% sur la marge nette et au seuil de 1% sur le TRI. La taille de ménage agricole détermine aussi négativement et significativement au seuil de 10% et 1% respectivement la marge nette et le taux de rentabilité interne.

Spécifiquement pour la marge nette, le sexe et la localisation des terres cultivables pour la production du riz paddy ont des effets négatifs et significatifs au seuil de 1%. De plus, les contraintes d'accès aux services de vulgarisation ont un effet négatif et significatif au seuil de 10% sur cet indice de rentabilité. En ce qui concerne

le TRI, avoir une activité secondaire a un effet négatif sur cet indice au seuil 10%. Cependant, la scolarisation du riziculteur à un effet positif et significatif au seuil de 10 % sur le TRI.

La construction des diguettes filtrantes et l'installation des cordons pierreux étaient les techniques des mesures CES qui expliquaient la performance de la production du riz. Ainsi, la construction des diguettes au tour des parcelles cultivables a un effet positif et significatif au seuil de 10% sur la marge nette. Cependant, l'installation des cordons pierreux exerce un effet négatif bien qu'elle ne soit pas significative sur le TRI.

Tableau 4 : Résultats du model

Variables	Marge nette (MN)		Taux de rentabilité interne (TRI)	
	Coefficients (Erreurs types)	P>z	Coefficients (Erreurs types)	P>z
Caractéristiques socioéconomiques				
Commune	-110.502,1 (6.1088, 19)	0,070	-0,56 (0,12)	0,000
Taille de ménage	-66.603,38 (3.77245)	0,077	-0,28 (0,07)	0,000
Age	-	-	0,05 (0,17)	0,750
Sexe	-172.070,9 (66.206,75)	0,009	0,09 (0,14)	0,493
Activité secondaire	-	-	-0,17 (0,10)	0,097
Scolarisation	32.975,41 (48.603,62)	0,497	0,17 (0,10)	0,093
Localisation des terres	-302.605,9 (88.832,55)	0,001	-	-
Contrainte d'accès au service de vulgarisation	-118.712,3 (62.926,95)	0,059	-	-
Accès au crédit pour la riziculture	87.502,78 (67.155,94)	0,193	0,03 (0,13)	0,806
Conservations des Eaux et des Sols				
Cordons pierreux	-	-	-0,21 (0,16)	0,177
Diguettes filtrantes	88.057,12 (50.845,22)	0,083	-	-
Constante	58.8658, 6 (163.924,3)	0,000	1,49 (0,70)	0,033

5. Discussion

La marge nette de la production du riz paddy dans la zone d'étude est supérieure à zéro. Nous pouvons donc conclure que le produit brut en valeur des riziculteurs arrive à couvrir tous les coûts totaux (variables+fixes). Par conséquent, la production du riz paddy est économiquement rentable du point de vue marge nette. Ce résultat confirme ceux de Yabi et al.(2012) qui ont montré que dans la commune de Malanville, la riziculture est économiquement rentable en termes de couverture des coûts de production variables et fixes.

Le TRI des riziculteurs est supérieur à 24% qui est la moyenne du taux d'intérêt des institutions de micro finance de la zone d'étude. Donc les producteurs de riz sont aussi rentables du point de TRI. Un producteur qui contracte un crédit au taux d'intérêt 24% pour produire le riz paddy pourrait payer l'intérêt sur emprunt. Ce résultat est contraire à ceux de Yabi et al. (2012) pour qui

les riziculteurs de la commune de Malanville n'arrivent pas à solder les prêts contractés.

Les résultats avaient montré que la commune Malanville a un effet négatif et significatif sur la marge nette des producteurs. Cela voudrait dire que comparativement à la commune de Malanville, les riziculteurs de Kouandé ont une marge nette supérieure. Ceci pouvait s'expliquer par le fait que les riziculteurs de Malanville sont plus vulnérables aux effets du changement climatique par leur proximité au désert du Sahel. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Adegbola et al.(2003) qui ont conclu dans leur étude de la compétitivité de la riziculture béninoise que la rentabilité du riz peut être fonction de la zone d'étude et du système de production pratiqué. En ce qui concerne le taux de rentabilité interne, les résultats ont aussi montré que comparativement à la commune de Kouandé, les riziculteurs de la commune de Malanville ne pouvaient pas

rembourser un emprunt contracté pour la production rizicole auprès des institutions de micro finance. Ces résultats confirment ceux de Yabi et al. (2012) qui ont montré que les producteurs du riz paddy dans la commune de Malanville, qui ont obtenu des prêts à des taux d'intérêt de 16% ou 24% ne pouvaient pas rembourser leur crédit à partir des revenus issus de ladite activité.

La taille du ménage du riziculteur détermine négativement et significativement les indices de rentabilité calculés (Marge nette et le Taux de rentabilité interne). Ce signe négatif du coefficient contraire à ceux trouver dans la plupart des études d'analyse des déterminants de rentabilité indique que le riziculteur, lorsque sa taille du ménage augmente, ses dépenses augmentent aussi, ce qui le rend incapable à payer les intérêts sur emprunt. La taille du ménage bien qu'elle permet au producteur de couvrir les besoins de la main d'œuvre engendrait aussi d'autres coûts difficiles au producteur d'évaluer. Il s'est agi des coûts liés au déplacement, à la nourriture, à la santé. Ces résultats sont contraires à celui de Ouedraogo (2012) qui a montré que la taille des ménages contribue à la satisfaction des besoins en main d'œuvre qui constitue une contrainte dans le système d'agriculture extensive. Le sexe a un effet négatif et significatif sur la marge nette des riziculteurs. Les riziculteurs sont donc moins rentables du point de vue marge nette que les rizicultrices. Autrement dit, bien qu'elles soient plus impliquées dans les activités de leur ménage et confrontées surtout à la non disponibilité des terres cultivables, les rizicultrices respectent scrupuleusement l'itinéraire technique dans la production du riz dans le but d'avoir un meilleur rendement que les riziculteurs.

Le riz paddy se produisant généralement dans le bas-fond, amène les producteurs qui n'avaient pas des terres inondables à allouer une rente foncière à la fin de la récolte. En d'autres termes, le riziculteur réduit ces coûts de production lorsqu'il utilise gratuitement le bas-fond cultivable ou lorsqu'il est lui-même propriétaire. Ce résultat confirme celui de Olounlade et al. (n.d.) qui ont montré que l'héritage des terres affecte positivement le revenu du producteur et offre aux producteurs un plan de production à long terme. Lorsque les riziculteurs n'ont pas à leur côté des agents de vulgarisation pouvant apporter une approche de solution aux problèmes qu'ils rencontrent, cela a un effet négatif sur leur marge nette. Autrement dit, le fait que le riziculteur soit en contact avec le service de vulgarisation influence positivement sa marge nette. Ceci corrobore les résultats de Nuama, (2006). Selon cet auteur, l'accès au service de vulgarisation a un effet positif et significatif sur la production agricole. Ce résultat confirme aussi celui de Nonvide, (2017) qui a montré que les services de vulgarisation permettent aux riziculteurs de se familiariser avec les nouvelles pratiques et technologies agricoles.

L'activité secondaire a un effet négatif et significatif sur le taux de rentabilité interne. Ce résultat se traduit par le fait que le riziculteur a tendance à investir le prêt

qu'il reçoit au niveau des institutions de micro-finance dans autres activités que la production du riz sans penser au risque du marché. Ce résultat est contraire à ceux de Yegbemey et al. (2014) qui ont montré que l'activité secondaire constitue une autre source de revenu pour le producteur et pouvait même l'aider à augmenter son revenu agricole à travers l'achat des intrants agricoles. Ce résultat va aussi dans le sens inverse à ceux de Gondard-Delcroix and Rousseau, (2004) qui ont conclu que les activités rémunératrices sont d'une grande importance pour le producteur car elle joue un rôle de substitution en cas de mauvaise récolte. Enfin, la scolarisation du riziculteur a un effet positif et significatif sur le TRI. Ceci dit, quand le riziculteur est instruit, il est plus conscient de ces obligations vis-à-vis des institutions de micro-finance, ce qui le conduit dans un processus d'optimisation de sa production. Ce résultat confirme ceux de Ngom et al. (2016) d'une part qui stipulent que l'instruction peut permettre au riziculteur de choisir les quantités d'intrants convenables et de faire un bon choix compte tenu des techniques culturelles disponibles puis ceux de (Nuama, 2006) d'autre part qui a montré que le producteur instruit a facilement la maîtrise des techniques modernes de production et il a aussi l'opportunité d'avoir les informations nécessaires sur les prix de marché et d'acheter ses inputs à moindre prix. Cependant, la construction des diguettes au tour des parcelles cultivables a un effet positif et significatif sur la marge nette de la riziculture. Par conséquent, la théorie selon laquelle l'adoption d'une nouvelle technologie augmenterait la productivité est confirmée. En effet, les diguettes sont d'une grande importance dans la production du riz en ce sens qu'elles retiennent l'eau et les éléments nutritifs nécessaires pour la croissance des plants. Cela confirme les résultats de Niang et al. (2017) qui ont montré que la construction de diguettes permet d'augmenter les rendements.

6. Conclusion

Cette étude s'est focalisée sur les mesures appliquées par les riziculteurs dans la zone d'étude en matière de CES. Il s'agissait des techniques de diguettes filtrantes et l'installation des cordons pierreux. La construction des diguettes filtrantes a un effet positif sur la marge nette des riziculteurs. Par ailleurs, bien que l'utilisation de ces cordons pierreux par ces derniers ne soit pas significative, son effet était négatif sur le taux de rentabilité interne des producteurs. L'installation des cordons pierreux ne permettait pas donc aux riziculteurs de solder les intérêts sur prêts contractés auprès des institutions de micro finances. Les partenaires techniques et financiers doivent accentuer leur intervention pour la diffusion des différentes techniques des mesures de CES et leur application par les riziculteurs sans oublier les facteurs socioéconomiques relevés par cette étude.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet de Résilience aux effets des Changements Climatiques par la Gestion Durable des Terres (PRCC-GDT) dans les communes de Kouandé et Malanville financé par le Fonds National pour l'Environnement et le Climat (FNEC) pour avoir facilité la collecte des données.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Abel, G.J., 2009. Etude sur le développement des filières riz et maraîchage au Bénin. Rapp. D'étude 77p.
- Abou, M., Yabi, I., Yolou, I., Ogouwale, E., 2018. Caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagements hydro-agricoles dans le doublet Dangbo-Adjohoun au sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), 462-478.
- Adégbola, P., Sodjinou, E., 2003. Analyse de la compétitivité de la riziculture béninoise, rapport définitif du Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche. PAPAINRAB Porto-Novo Bénin.
- Adegbola, P.Y., Houssou, N.I., Singbo, A.G., 2003. Typologie des exploitations agricoles et gestion de la fertilité des sols au Sud du Bénin TOME.
- Bosanza, J.B.Z., Bobuya, P.N., Dongo, P.E., Bunyele, B.N., Mukendi, B.N., 2018. Impact des oiseaux granivores sur le rendement de la culture du riz pluvial (*Oryza sativa* L.) dans la province du Sud-Ubangi, RD Congo. *Rev. Marocaine Sci. Agron. Vét.* 6, 565–568.
- Daberkow, S.G., McBride, W.D., 1998. Socioeconomic profiles of early adopters of precision agriculture technologies. *J. Agribus.* 16, 151–168.
- Chayanov, A., 1990. L'organisation de l'économie paysanne, Alençon, France, Librairie du regard, 344 p.
- de Janvry, A., Sadoulet, E., Kyle, E., Dar, M., 2015. L'adoption des technologies agricoles: quelles leçons tirer des expérimentations de terrain? *Rev. Econ. Dev.* 23, 129–153.
- del Villar, P.M., Bauer, J.-M., 2013. Le riz en Afrique de l'Ouest: dynamiques, politiques et perspectives. *Cah. Agric.* 22, 336–344.
- Dossouhoui, F.V., 2019. Développement d'un secteur semencier intégré aux chaînes de valeur du riz local au Bénin (PhD Thesis). Gembloux Agro-Bio Tech Université de Liège, Gembloux, Belgique.
- Egah, J., Baco, M. N., Lokossou, R. S., Moutouama, F. T., Akponikpè, P. B. I., Fatondji, D., Djènonin, A. J., Tossou, C. R., Sokpon, N., 2014. Incidence économique des techniques exogènes de conservation de l'eau et des sols au Bénin [Economic impact of exogenous techniques of soil and water conservation in Benin]. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* vol 1 (75), 47- 57.
- Fall, A.A., 2016. Synthèse des études sur l'état des lieux chaîne de valeur riz en Afrique de l'ouest: Benin, Burkina-Faso, Mali, Niger et Sénégal. Rapp. Final ROPPA. 83p.
- Feyem, M.M., Bell, J.M., Kenyi, D.M., Dougoua, M.F., Moche, K., Tanzi, L., Mapiemfu, D., Noe, W., 2016. Influence de la date de récolte sur la germination des semences de quelques variétés de riz NERICA pluvial.
- Gaya, I.Y., Maïga, I.M., Idi, A., Haougui, A., 2018. Analyse de la variabilité des rendements du riz selon les variétés et les pratiques culturales: Cas des périmètres irrigués de Toula, Bonfeba et de Diomona au Niger. *Afr. Crop Sci. J.* 26, 19–35.
- Gnacadjia, C., Berthouly-Salazar, C., Nourou Sall, S.N., Zekraoui, L., Sabot, F., Pegalepo, E., Manneh, B., Vieira-Dalode, G., Moreira, J., Soumanou, M.M., 2018. Caractérisation phénotypique et génétique du riz africain (*Oryza glaberrima* Steud).
- Gondard-Delcroix, C., Rousseau, S., 2004a. Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques: Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar. *Dév. Durable Territ. Économie Géographie Polit. Droit Sociol.*
- Gondard-Delcroix, C., Rousseau, S., 2004b. Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques: Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar. *Dév. Durable Territ. Économie Géographie Polit. Droit Sociol.*
- Khanna, M., 2001. Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model. *Am. J. Agric. Econ.* 83, 35–51.
- Kinhou, V., 2019. La souveraineté alimentaire dans une perspective de sécurité alimentaire durable: illusion ou réalité?: le cas de la filière riz dans la commune de Malanville au Nord-Est du Bénin (PhD Thesis).
- Kinkpe, T.A., Adegbola, P.Y., Yabi, J.A., Adekambi, S., Biaou, G., 2016. Analyse conjointe de la préférence des consommateurs pour les attributs de marche du riz au Bénin.
- Larson, J.A., Roberts, R.K., English, B.C., Larkin, S.L., Marra, M.C., Martin, S.W., Paxton, K.W., Reeves, J.M., 2008. Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. *Precis. Agric.* 9, 195–208.

- Lynne, G.D., Shonkwiler, J.S., Rola, L.R., 1988. Attitudes and farmer conservation behavior. *Am. J. Agric. Econ.* 70, 12–19.
- MAEP, 2017. Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) : Orientation stratégiques 2025. République du Bénin, 132 p
- Moinina, A., Boulif, M., Lahlali, R., 2018. La culture de riz (*Oryza sativa*) et ses principaux problèmes phytosanitaires: une mise point sur la région de Gharb. *Rev. Marocaine Sci. Agron. Vét.* 6, 544–557.
- Moumouni, I., 2019. Améliorer la compétitivité du riz béninois grâce aux plateformes d'innovation.
- Ngom, C.A.B., Sarr, F., Fall, A.A., 2016. Mesure de l'efficacité technique des riziculteurs du bassin du fleuve Sénégal. *Économie Rurale Agric. Aliment. Territ.* 91–105.
- Niang, A., Becker, M., Ewert, F., Dieng, I., 2017. Variability and determinants of yields in rice production systems of West Africa. *Field Crops Res.* 207, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.02.014>
- Nonvide, G.M.A., 2017. Effect of Adoption of Irrigation on Rice Yield in the Municipality of Malanville, Benin. *Afr. Dev. Rev.* 29, 109. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12266>
- Nuama, E., 2006. Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. *Économie Rurale Agric. Aliment. Territ.* 39–53.
- Olounlade, A.O., Arouna, A., Diagne, A., Gauthier, B., n.d. Evaluation de l'impact des contrats agricoles sur le revenu des producteurs du riz: cas du Bénin.
- Ouedraogo, M., 2012. Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *J. Agric. Environ. Int. Dev. JAEID* 106, 3–21.
- Pastpipatkul, P., Maneejuk, P., Sriboonchitta, S., 2015. Welfare measurement on Thai rice market: a Markov switching Bayesian seemingly unrelated regression, in: *International Symposium on Integrated Uncertainty in Knowledge Modelling and Decision Making*. Springer, pp. 464–477.
- Roberts, R.K., English, B.C., Larson, J.A., Cochran, R.L., Goodman, W.R., Larkin, S.L., Marra, M.C., Martin, S.W., Shurley, W.D., Reeves, J.M., 2004. Adoption of site-specific information and variable-rate technologies in cotton precision farming. *J. Agric. Appl. Econ.* 36, 143–158.
- Robertson, M.J., Llewellyn, R.S., Mandel, R., Lawes, R., Bramley, R.G.V., Swift, L., Metz, N., O'Callaghan, C., 2012. Adoption of variable rate fertilizer application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. *Precis. Agric.* 13, 181–199.
- Seye, C. A. T., Faye, E., Thiam, A., Matty, F., Sambou, B., 2018. Effet d'un dispositif biomécanique sur la récupération des sols salés et la culture du riz dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum à Ndoff (Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 130(1), 13162-13174.
- Sodjinou, E., 2016. Guide pratique d'analyse financière d'une entreprise agricole: Théorie et application à la pisciculture. 64p.
- Sossou, C.H., 2015. Le financement de l'agriculture au Bénin: Stratégies de gestion et d'adaptation des exploitations agricoles (PhD Thesis). Gembloux Agro-Bio Tech Université de Liège, Gembloux, Belgique.
- Tey, Y.S., Brindal, M., 2012. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precis. Agric.* 13, 713–730.
- Théogène, A.N., Manirakiza, D., Nimubona, F., 2018. Déterminants de l'offre des crédits agricoles: cas des micro-finances au Burundi. *Financ. Agric. Assain.*
- Van Den Ban A.W., Hawkins H.S., Brouwers J.H., Boon C.A., 1994, La vulgarisation rurale en Afrique. CTA, Karthala, Paris, 374 p.
- Verdier, V., Vera Cruz, C., Leach, J.E., 2012. Controlling rice bacterial blight in Africa: Needs and prospects. *J. Biotechnol.* 159, 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2011.09.020>
- Walton, J.C., Lambert, D.M., Roberts, R.K., Larson, J.A., English, B., Larkin, S.L., Martin, S.W., Marra, M.C., Paxton, K.W., Reeves, J.M., 2008. Adoption and abandonment of precision soil sampling in cotton production. *J. Agric. Resour. Econ.* 428–448.
- Yabi, J. A., Paraiso, A., Yegbemey, R. N., Chanou, P., 2012. Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanville au Nord-Est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales*, 12p.
- Yegbemey, R.N., Yabi, J.A., Aïhounton, G.B., Paraiso, A., 2014. Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique: cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cah. Agric.* 23, 177–187.