

Déterminants socio-économiques du rendement sur les périmètres rizicoles irrigués du Bénin

Lionel Ulrich **AYEDEGUE**^{1*}, Patrice Ygué **ADEGBOLA**², Souléimane A. **ADEKAMBI**³
et Afouda Jacob **YABI**¹

¹ *Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Economique et Sociale (LARDES), BP 123 Parakou, Bénin*

² *Institut National des Recherches Agricoles du Bénin*

³ *Université de Parakou, Institut Universitaire de Technologie*

* Correspondance, courriel : lionelayedegue@gmail.com

Résumé

Ce travail a pour objectif d'identifier et d'analyser les facteurs socio-économiques qui influencent le rendement du riz sur les périmètres du Bénin. Pour ce faire, cent quarante (140) riziculteurs ont été échantillonnés puis enquêtés de façon aléatoire et simple. A partir de la forme fonctionnelle Cobb-Douglass et la Méthode des Moments Généralisés (GMM), l'estimation du modèle de la fonction de production a été faite. Les résultats révèlent que cinq (05) facteurs déterminent le rendement du riz sur les périmètres. Ce sont : la quantité d'engrais, le contact avec les ONG /projets, la quantité d'eau utilisée et le contact avec les agents de vulgarisation. Aussi, ces résultats font-ils ressortir les déterminants du niveau de production qui varient d'un système de production à un autre (système irrigué avec maîtrise totale d'eau et système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau). La prise en compte de ces facteurs dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques agricoles permettraient d'accroître le rendement du riz au Bénin contribuant ainsi à la sécurité alimentaire.

Mots-clés : *rendement, fonction de production, irrigation, riz, Bénin.*

Abstract

Socio-economics determinants of yield in rice irrigated production in Benin

This research aims to identify and analyze the socio-economic factors affecting the irrigated rice production in Benin. Indeed, 140 rice farmers were randomly sampled. Based on the functional form Cobb-Douglass and the Generalized Moment Method (GMM), the rice production function has been estimated. The results reveal that five factors determine the rice yield on the perimeters: quantity of fertilizer, contact with NGOs / projects, amount of water used and contact with extension agents. These results also show that the determinants of the level of production varied with the production system (irrigated system with total control of water and irrigated system with partial control of water). Taking into account these factors in the design and implementation of agricultural policies would increase the yield of rice in Benin and thus contribute to food security.

Keywords : *yield, production function, irrigation, rice, Benin.*

1. Introduction

L'importance du riz en Afrique Sub-Saharienne ne cesse de s'accroître [1]. Il est devenu indispensable pour la sécurité alimentaire et la stabilité politique à travers toute l'Afrique, notamment en Afrique de l'Ouest [2]. Pendant plusieurs décennies, le riz a connu le taux de croissance le plus rapide parmi toutes les cultures vivrières avec un taux estimé à 5 % par an [3]. Ceci est dû en grande partie à une croissance importante de la demande en milieux urbains et à l'accroissement démographique. Sa demande sur le marché est forte et il existe un déséquilibre entre la consommation du riz et sa production en Afrique Sub-Saharienne en général et au Bénin en particulier. Le riz représente l'un des principaux aliments de base au Bénin. Il y occupe d'ailleurs la troisième place en termes de production de céréales après le maïs et le sorgho [4] et représente la deuxième céréale en termes de consommation après le maïs [5] et de ce fait, il est garant de la sécurité alimentaire et constitue un apport calorique garanti des populations. Malgré la production nationale qui a triplé au cours des dix dernières années [6] grâce aux efforts du Gouvernement et la Recherche-Développement, les besoins en consommation ne sont couverts qu'à hauteur de 47 % [7]. La quantité moyenne de riz consommée par an par habitant est de l'ordre de 25 à 30 kg [7]. Cette situation impose des importations de près de 207.878 tonnes de riz blanc année [8] pour combler le déficit en besoins alimentaires nationaux créant du coup une sortie massive de devises.

Pour remédier à ce problème, l'Etat Béninois dans son nouveau document de politique agricole a accordé une attention particulière à cette céréale et a pour objectif d'augmenter le rendement du riz de 4 à 5 T / Ha et d'améliorer la production du riz blanc à 385.000 T/an [9]. En effet, les travaux de [6] soulignent comme contrainte majeure qui entrave le développement de la filière riz, la faiblesse des rendements qui sont de moins de 3 T/ Ha alors que le rendement potentiel est de 3 à 6 T/Ha [10] et mieux, il atteint 9 tonnes/ha avec les techniques améliorées en riziculture irriguée [11]. Le Bénin dispose d'un potentiel irrigable à partir des eaux souterraines élevées à au moins 20.000 à 30.000 Ha, dont la quasi-totalité en zone sud et moins de 5 % dans la vallée du Niger et de ses affluents [12]. Cependant seulement 10 % de ce potentiel sont actuellement exploités [12]. Le Bénin dispose alors d'un potentiel non négligeable en ressources naturelles pour la production de riz et pourrait en devenir autosuffisant mais aussi être exportateur dans la sous-région puisqu'il y dispose de toutes les zones agroécologiques propices à la riziculture [12]. Dans ce contexte, l'augmentation et la productivité rizicole sont un impératif non seulement pour satisfaire la demande intérieure, mais assurer aussi la souveraineté nationale du pays.

Le modèle de croissance de l'offre en riz basé sur l'extension des superficies, qui a prévalu depuis près de vingt-cinq (25) ans, ne peut être reproduit en raison de la pression foncière [13]. Aussi, la grande partie des interventions étatiques et la recherche se sont concentrées sur l'amélioration de la production du riz pluviale alors que le Bénin dispose d'assez de potentiel pour la production irriguée. En effet, la riziculture irriguée au Bénin est très peu répandue, au total 4.789 Ha, et pratiquée par 8,64 % des riziculteurs [14] répartis sur les trois grands périmètres aménagés (Malanville, Dèvé, Koussin-Lélé). Ne faudrait-il pas penser à un modèle de croissance de la riziculture irriguée basé sur la connaissance et l'amélioration des facteurs influençant son rendement ? Plusieurs études [15 - 17] ont été conduites pour l'analyse des déterminants du niveau de production. Cependant, ces études non seulement prennent en compte une seule zone de production mais aussi des zones de production pluviale où les producteurs ne peuvent pas contrôler l'eau qu'ils utilisent, facteur très important qui pourrait influencer le rendement. Une orientation des actions vers la riziculture irriguée, où il y a une certaine maîtrise de l'eau serait donc un précieux atout pour améliorer la productivité du riz. Le but de cette étude est d'identifier les facteurs déterminants le rendement du riz dans le système de production irrigué afin d'œuvrer pour l'amélioration de la productivité et contribuer ainsi à la sécurité alimentaire.

2. Méthodologie

2-1. Choix de la forme fonctionnelle

Le choix de la forme fonctionnelle est un aspect souvent négligé dans les travaux de recherche sur les analyses de la production. Il existe certains critères qui permettent de choisir la forme fonctionnelle la mieux adaptée à ces données. Afin de mieux choisir une forme fonctionnelle, il faut estimer au moins deux formes fonctionnelles qui respectent la théorie et l'application des propriétés. Ensuite il faut faire une comparaison des résultats des différentes estimations en tenant compte du coefficient de régression ajusté et des variables significatives ainsi que leur signe [18] afin de faire le choix. Ces mêmes auteurs recommandent qu'après le choix d'une forme fonctionnelle, de vérifier si elle respecte les hypothèses d'homothéticité, d'homogénéité et de concavité. Nous avons donc estimé la fonction de production de quatre formes fonctionnelles les plus recommandées (le Translog, le Quadratique, le Cobb-Douglass et le Transcendantale). En comparant ces résultats, il ressort que la forme fonctionnelle Cobb-Douglass s'adapte plus à nos données malgré que le Translog a un R^2 ajusté de 0,99 supérieur au R^2 ajusté du Cobb-Douglass 0,61 mais le Cobb-Douglass présente plus de variables significatives que le Translog. Nous avons vérifié si notre modèle respecte les hypothèses sus-citées. Seule l'hypothèse d'homogénéité est vérifiée ce qui veut dire que le Taux Marginal de Substitution (TMST) reste constant quand tous les inputs augmentent proportionnellement. De plus en économie, la forme fonctionnelle Cobb-Douglass est largement utilisée pour représenter la relation entre l'output et les inputs [19]. Donc, dans notre étude, la fonction de production a été estimée en utilisant la forme fonctionnelle Cobb-Douglass.

2-2. Approche d'estimation du modèle de la fonction de production

Afin de déterminer les facteurs qui expliquent la production du riz sur les sites étudiés, nous avons estimé la fonction de production et la fonction des inputs en suivant la méthodologie utilisée par Nakano [20]. Sous sa forme structurale, le rendement par hectare peut être exprimé comme une fonction des inputs par hectare, donnée par une technologie et la capacité de gestion des producteurs. Elle est présentée dans *l'Équation (1)* suivant :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 H_i + \mu_i \quad (1)$$

y étant le rendement par hectare, *x* le vecteur d'inputs, *H* le vecteur des caractéristiques socio-économiques du ménage et de l'environnement.

Cependant notre souci économétrique, est que les inputs sont des variables endogènes et la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) n'est pas une approche appropriée. Pour contourner ce problème d'endogénéité, nous avons utilisé la méthode de la variable instrumentale (Instrumental Variable (IV) method) [21]. La régression est utilisée sur les variables exogènes que le producteur ne peut changer du moins dans le court terme en conformité avec la saison actuelle de production. Le modèle d'input se présente dans *l'Équation (2)* suivant :

$$x_i = \gamma_0 + \gamma_1 H_i + \gamma_2 Z_i + \vartheta_i \quad (2)$$

où, *x* est l'utilisation d'un intrant particulier de *X* et *Z* est un vecteur de la variable exogène qui sert de variables instrumentales pour l'identification de *X* dans la fonction de production.

Dans cette approche, la première étape des régressions peut être considérée comme l'estimation des fonctions de forme réduite d'utilisation des inputs. Après avoir obtenu les vecteurs des valeurs prédites (\hat{x}_i) de *l'Équation (2)*, la deuxième étape des régressions sera faite en remplaçant *x* par \hat{x}_i obtenu de l'estimation de *l'Équation (2)*. La fonction de production se présente alors comme suit dans *l'Équation (3)* :

$$\vartheta_i = \beta_0 + \beta_1 \widehat{x}_i + \beta_2 H_i + \mu_i \quad (3)$$

Bien que nous ne puissions pas estimer séparément l'effet direct et indirect des inputs sur la production du paddy dans cette approche, nous pouvons quand même estimer l'effet global des inputs sur la production, ce qui est l'intérêt principal de cette analyse. En riziculture, les variables retenues dans le modèle de la fonction de production dans les travaux [18] sont la main d'œuvre, la quantité de semences, la quantité d'engrais, d'herbicide, d'insecticide, de carburant et de toutes les autres dépenses du capital. D'autres travaux [20] font de même mais en ajoutant la quantité d'eau. La superficie n'a pas été prise en compte dans ces études pour éviter les problèmes d'autocorrélation car la variable expliquée dans ces études est le rendement, c'est-à-dire la production estimée à l'unité de surface. Dans cette étude huit (08) inputs ont été considérés pour estimer la fonction de production sur les périmètres rizicoles du Bénin. Il s'agit des quantités d'eau, de semences, de main d'œuvre, d'engrais, de l'éducation, de l'expérience, du contact avec les agents de vulgarisation et du contact avec les ONG. Plusieurs modèles ont été utilisés par les auteurs pour les déterminants de la production. Il s'agit des modèles de régressions simples, semi log et double log. Mais l'estimation avec ces modèles ne prennent pas en compte le problème d'endogénéité de certaines variables. Pour ce faire nous avons estimé le modèle de la fonction de production en utilisant la Méthode des Moments Généralisés (GMM).

2-3. Modèle empirique

On déduit du modèle théorique développé dans la section précédente 2-2., les modèles empiriques suivants pour les déterminants de la production du riz :

- *Fonctions d'inputs*

$$SEM = \alpha_0 + \alpha_1 CVULG + \alpha_2 CONG + \alpha_3 EDUC + \alpha_4 LEXPER + e_2 \quad (4)$$

$$ENGR = \alpha_0 + \alpha_1 CVULG + \alpha_2 CONG + \alpha_3 EDUC + \alpha_4 LEXPER + e_3 \quad (5)$$

$$MOT = \delta_0 + \delta_1 LEXPER + \delta_2 CVULG + \delta_3 CONG + e_4 \quad (6)$$

$$LQEAU = \gamma_0 + \gamma_1 LEXPER + \gamma_2 CVULG + \gamma_3 CONG + e_5 \quad (7)$$

- *Fonction d'output*

$$RDMT = \beta_0 + \beta_1 \widehat{SEM} + \beta_2 \widehat{MOT} + \beta_3 \widehat{ENGR} + \beta_4 \widehat{LQEAU} + \beta_5 EDUC + \beta_6 LEXPER + \beta_7 CVULG + \beta_8 CONG + e_1 \quad (8)$$

où, e_1, e_2, e_3, e_4 et e_5 sont les termes d'erreurs, $\alpha_0, \alpha_1, \beta_0, \delta_0$, et γ_0 les termes constants puis $\alpha_i, \beta_i, \delta_i$, et γ_i les coefficients de régression à estimer.

2-4. Milieu d'étude et données

Les données utilisées dans le cadre de l'étude proviennent d'une enquête menée auprès des producteurs de riz sur les périmètres irrigués du Bénin. En effet, il existe trois (trois) grands périmètres aménagés (Malanville au Nord Bénin, Dévé et Koussin-Lélé au Sud-Bénin) où la double culture annuelle est régulièrement pratiquée en monoculture. Cent quarante (140) chefs d'exploitations rizicoles ont été sélectionnés de façon aléatoire sur la base de la liste des producteurs au niveau de chaque site, en tenant compte de la proportion et aussi du genre. L'unité de recherche est la parcelle rizicole. Sur la base d'un questionnaire structuré, les données quantitatives relatives à l'utilisation des facteurs de production et les productions sont obtenues. Les informations comme les caractéristiques du ménage, les quantités et les prix des inputs utilisés pour la

production, les quantités d'eau utilisées ont été recueillies. En général, toutes ces questions font appel à la mémoire des producteurs. L'apport des agents de vulgarisation a été utile en complément aux souvenirs des producteurs. La description des variables utilisées et leurs statistiques descriptives sont présentées respectivement dans les **Tableaux 1 et 2**.

Tableau 1 : Description des variables explicatives de l'Équation (8)

Noms des variables	Codes	Unités	Signe attendu
Rendement de paddy obtenu	RDMT	Kg / Ha	
Quantité de semences	SEM	Kg / Ha	+
Quantité de main-d'œuvre	MOT	HJ / Ha	+
Quantité d'engrais	ENGR	Kg / Ha	+
Quantité d'eau	LQEAU	m ³ / Ha	+
Niveau d'éducation	EDUC	1 si le riziculteur a reçu une éducation formelle, 0 si non	+
Expérience du riziculteur	LEXP	Année	+
Contact avec vulgarisation	CVULG	1 si le riziculteur est en contact avec un agent de vulgarisation, 0 si non	+
Contact avec ONG	CONG	1 si le riziculteur est en contact avec les ONG/projets, 0 si non	+

NB : L = logarithme népérien

Source : Enquête terrain Septembre 2011

Tableau 2 : Statistiques descriptives des variables incluses dans le modèle de la fonction de production

	Moyenne	Minimum	Maximum
Rendement (kg / Ha)	5413,2165	400	56000
Semence (kg / Ha)	91,1656	4	370,37
Quantité d'eau (m ³ / Ha)	13570,3315	0	80720
Quantité d'engrais (kg / Ha)	406,3176	100	1166,67
Main d'œuvre totale (hj / Ha)	179,1145	25,47	499,62
Expérience (année)	16,5	2	55
Contact avec Vulgarisation (%)	53	0	100
Contact avec ONG/Projets (%)	20	0	100
Niveau éducation (%)	24,9	0	100

Source : Enquête terrain Septembre 2011

3. Résultats et discussion

L'étude comparée du rendement riz dans les deux systèmes de production montre de façon globale que les riziculteurs qui sont dans le système avec maîtrise totale de l'eau ont une production plus élevée que ceux qui sont dans le système avec maîtrise partielle de l'eau. La **Figure 1** présente le rendement moyen du riz sur chaque périmètre et elle révèle que le meilleur rendement (6,49 T / Ha) est obtenu sur le périmètre irrigué de Malanville. En effet c'est un périmètre avec une maîtrise totale de l'eau comparativement à celui de Dévé et Koussin-Lélé qui sont des périmètres avec une maîtrise partielle de l'eau. L'analyse de ce résultat suggère que la disponibilité d'eau et la maîtrise de l'irrigation est essentielle pour avoir un bon rendement. Ce résultat

est soutenu par les travaux de [22] qui ont montré que les producteurs du Niger qui sont dans le système irrigué obtiennent les meilleurs rendements avec un accroissement de 21,7 %.

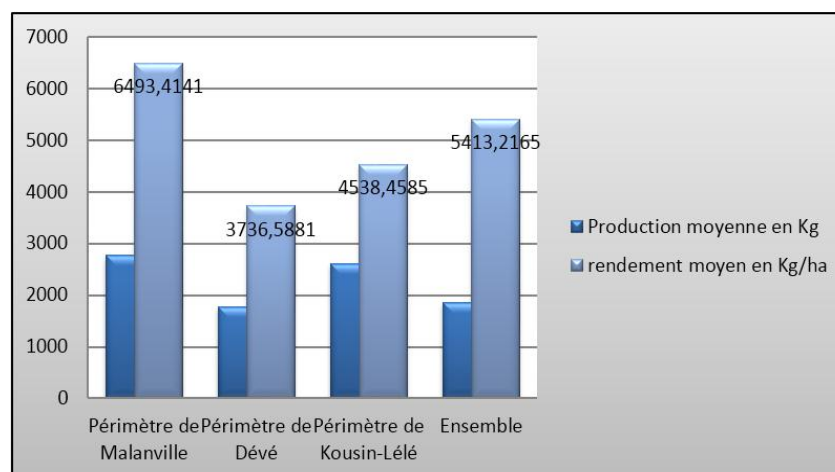


Figure 1 : Production moyenne (kg) et rendement moyen (kg / Ha) par périmètre irrigué

Le **Tableau 3** présente les résultats de l'estimation du modèle. Plusieurs tests ont été faits en plus des probabilités estimées des différentes variables. La lecture de ce **Tableau** révèle que les modèles sont globalement significatifs au seuil de 1 %, 1 % et 5 % respectivement pour le système irrigué, le système irrigué avec maîtrise totale de l'eau et le système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau.

Tableau 3 : Résultats de l'estimation du modèle de la fonction de production du système irrigué, du système irrigué avec maîtrise totale et maîtrise partielle de l'eau en utilisant la GMM

Variables	Système irrigué	Système irrigué avec maîtrise totale de l'eau	Système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau
Constante (CONS)	-444,0286 (2180,416) ⁽¹⁾	3367,956 (2804,642)	-3674,675 (3330,79)
Log QTE eau (LQEAU)	247,3195 (125,5355) **	225,3785 (120,0321) ***	983,0803 (487,5721)**
QTE semence (SEM)	-14,74118 (8,882776)*	-35,72792 (13,13561) ***	3,259401 (5,793218)
QTE engrais (QENGR)	8,814359 (2,90459) ***	1,36964 (2,190583)	1,260627 (1,866774)
QTE main d'œuvre totale (MOT)	-6,227373 (4,217704)	4,685396 (4,524766)	-11,88694 (3,44256)***
Education (EDUC)	-930,1608 (493,5346)*	-424,8109 (474,5596)	-434,0159 (400,3244)
Log expérience (LEXP)	-6,962996 (0812883)	-643,6323 (398,7375)	-233,2112 (268,9047)
Contact vulgarisation (CVULG)	1026,113 (490,4601) **	178,7573 (456,042)	1706,209 (749,2049)**
Contact ONG (CONG)	1262,815 (460,7364) ***	1890,12 (2804,642)***	-382,6519 (577,203)
Test de validité des VI de Anderson	$\chi^2 (14) = 24,444^{**}$	$\chi^2 (14) = 21,76^{**}$	$\chi^2 (14) = 16,22^{**}$
Test de sur-identification de Hansen	$\chi^2 (13) = 8,117 (0,8359)$	$\chi^2 (13) = 11,826 (0,54193)$	$\chi^2 (8) = 7,857 (0,44756)$
Statistique C	$\chi^2 (4) = 2,798; p=0,5923$	$\chi^2 (4)=1,886; p = 0,75680$	$\chi^2 (4) = 7,502; p = 0,11161$
Statistique F	F (8, 170) = 16,70***	F (8, 135) = 13,17***	F (8, 26) = 3,96 **
R ² -ajusté	0,6111	0,5530	0,9111
Nombre d'observation	179	144	35
SCE	3,669 Exp ⁹	3,845 Exp ⁹	7,414 Exp ⁷
Chow test		16,56 (9 ; 163) ***	

NB : LQEAU = logarithme népérien de la quantité d'eau ; LEXPER = logarithme népérien de l'année d'expérience ; *, **, *** = significatif respectivement au seuil de 10 %, 5 % et 1 % ; (1) : Valeur entre parenthèses = Statistique t de Student

Avant d'analyser nos résultats, nous avons procédé à un test de Anderson qui permet de valider les variables instrumentales utilisées à cause du problème d'endogénéité. Le test de validité des variables instrumentales (IV) a donné un coefficient de 24,444 qui est supérieur au seuil critique du chi carré 23,68 et est significatif au seuil de 5 % ($p = 0,0428$) avec 14 degré de liberté. Ceci permet de valider la qualité des variables instrumentales utilisées. Le résultat de ce test indique que le modèle est globalement significatif au seuil de 1 %, l'hypothèse nulle est alors rejetée. Le test de sur-identification de Hansen J. a permis de tester l'indépendance entre les instruments et le terme d'erreur. La valeur du test de Hansen J. significatif à 1 % à 14 degré de liberté est égale à 8,177 inférieur au seuil critique du chi carré 27,688. Ce qui indique donc que l'hypothèse nulle selon laquelle les instruments ne sont pas corrélés avec le terme d'erreur ne peut donc être rejetée. Le modèle est donc correctement spécifié. En plus la statistique-C est déterminée pour tester si les variables utilisées en tant qu'instruments sont valides dans le modèle de la fonction de production. La valeur de cette statistique est significative à 1 % et de degré de liberté 4 est égale à 2,798. La valeur critique de la statistique-C significatif à 1 % et de degré de liberté 4 est égale à 13,277. Ceci permet de confirmer l'hypothèse nulle selon laquelle les instruments utilisés sont valides.

Aussi les valeurs de R^2 -ajustés égales à 0,6111 ; 0,5530 et 0,8111 montrent-elles respectivement que 61,11 %, 55,30 % et 81,11 % des variations du système irrigué, du système irrigué avec maîtrise totale de l'eau et du système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau sont expliquées par les variables introduites dans les trois modèles. Chaque modèle a donc un bon pouvoir explicatif. Ce paragraphe se focalise sur l'analyse des différences potentielles pouvant exister entre les déterminants du système avec maîtrise totale de l'eau et système avec maîtrise partielle de l'eau. Pour tester cette différence, le Chow test a été exécuté pour tester l'hypothèse nulle selon laquelle il n'existe aucune différence entre les coefficients des variables du modèle relatif au système avec maîtrise totale de l'eau et celui avec maîtrise partielle de l'eau ($H_0 : \beta_1^L = \beta_1^I, \dots, \beta_k^L = \beta_k^I$ avec respectivement β_i^L et β_i^I les coefficients à estimer dans le modèle du système avec maîtrise totale de l'eau et celui avec maîtrise partielle de l'eau). Ce test se base principalement sur la comparaison de Somme des Carrés des Ecartés (SCE) du modèle global à la somme issue des modèles des deux autres sous-groupes. Le Chow test donne un $F(9 ; 163)$ égal à 16,56 supérieur à la valeur critique de 2,51 (donnée par la table de distribution des F SNEDECOR [23]). Ainsi, l'hypothèse H_0 de l'identité des variables dans les deux sous-groupes est rejetée au seuil de 1%. Il existe donc une différence significative entre les facteurs déterminant du système avec maîtrise totale de l'eau et ceux déterminant le système avec maîtrise partielle de l'eau.

Autrement dit, la production du riz est différente quand on passe du système irrigué avec maîtrise totale d'eau au système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau. Les résultats empiriques indiquent que plusieurs facteurs expliquent cette différence entre les deux types de système. Ainsi la lecture des t-statistiques et les effets marginaux des différentes variables indiquent que parmi les huit (8) variables introduites dans les modèles, seules trois (03) sont significatives dans les deux modèles (système irrigué avec maîtrise totale de l'eau et système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau). En effet, le coefficient de la variable LQEAU est significatif et positivement corrélé aux seuils de 1 % et 5 % respectivement pour le système avec maîtrise totale de l'eau et maîtrise partielle de l'eau. Les variables SEM et CONG présentent un coefficient significatif à 1 % dans le système irrigué avec maîtrise totale de l'eau. Les variables MOT et CVULG sont respectivement significatifs à 1 % et 5 % dans le système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau mais, le coefficient de la variable MOT est négativement corrélé avec le rendement. Ces résultats corroborent ceux de [20] qui ont trouvé que le travail et l'eau sont les facteurs cruciaux qui affectent la production du riz. Le rendement s'améliore donc avec une bonne allocation d'eau. Mieux, [22] trouvent que l'eau d'irrigation a l'impact positif le plus élevé sur le rendement du riz au Niger. Ce résultat suggère que des efforts doivent plus se concentrer pour l'aménagement des périmètres irrigués ou encourager la petite irrigation privée. Les résultats du système irrigué montrent que tous les coefficients des variables incluses dans le modèle du système irrigué,

à l'exception de l'expérience (LEXP) et de la main d'œuvre totale (MOT) sont significatifs à différents seuils. Les coefficients de la quantité d'engrais (QENGR) et le contact avec les ONG/projets (CONG) sont tous deux significatifs à 1 %. Ceux de la quantité d'eau (LQEAU) et le contact avec les agents de vulgarisation (CVULG) sont significatifs à 5 % ; l'éducation (EDUC) et la quantité de semence (SEM) sont significatives à 10 %. Il en résulte donc que la quantité d'engrais, la quantité d'eau et la quantité de semence sont les principaux facteurs déterminants qui agissent directement sur le rendement des riziculteurs. Ces résultats sont soutenus par ceux de [24]. Selon cet auteur, l'engrais et l'eau d'irrigation sont les principaux facteurs déterminants la production du riz en Cambodia. Il est de même pour [20] qui ont trouvé que l'engrais et l'eau sont les facteurs cruciaux qui affectent la production du riz. Plus récemment, [25] a trouvé que la quantité d'engrais utilisé par hectare a un impact positif significatif sur la production du riz à Assam. Le contact avec les ONG/projets, le contact avec les agents de vulgarisation et le niveau d'éducation sont les autres facteurs qui agissent aussi sur le rendement des riziculteurs. Les coefficients de toutes les variables significatives du modèle excepté l'éducation, et la quantité de semence sont positivement corrélés avec le rendement comme prédits. Le coefficient significatif et positif des quantités d'eau (LQEAU) et des quantités d'engrais (QENGR) signifie que le rendement augmente avec ses inputs utilisés.

Les producteurs utilisent une quantité suffisante d'engrais qui est attribué au soutien institutionnel d'achat d'engrais. Le coefficient négatif et significatif de la quantité de semence (SEM) utilisée montre que les riziculteurs sur dosent l'utilisation de la semence. Ceci confirme les observations faites lors de la phase d'enquête où les riziculteurs disent qu'il faut augmenter la quantité de semence lors de la préparation de la pépinière afin de pouvoir récupérer la quantité voulue pour le repiquage puisque les oiseaux et les canards viennent détruire une bonne partie. Ceci ne s'observerait pas si les producteurs entretiennent bien leur parcelle. Le niveau d'éducation (EDUC) est significatif et négativement corrélé avec le rendement. Compte tenu de la pénibilité de la production de riz, très peu de personnes instruites s'adonnent à cette activité. Le coefficient significatif et positif du contact des riziculteurs avec les ONG/projets (CONG) et celui du contact avec les agents de vulgarisation (CVULG) montrent le rôle important que jouent ces agents au côté des riziculteurs dans l'amélioration du rendement. Mais le coefficient plus significatif du contact avec les ONG/projets s'explique par le fait qu'ils sont plus présents aux côtés des riziculteurs sur les périmètres rizicoles que les agents de vulgarisation. La quantité de main-d'œuvre non significative obtenue peut s'expliquer par le fait que, proportionnellement aux superficies emblavées sur les périmètres rizicoles, la main-d'œuvre disponible est suffisante pour mener à temps les différentes opérations culturales afférentes à l'activité rizicole.

4. Conclusion

Cet article étudie les facteurs déterminants le rendement du riz dans les périmètres rizicoles du Bénin. Les résultats de l'estimation du modèle de régression montrent que les quantités d'engrais, d'eau, de semences, le contact avec les ONG/projets, le contact avec les agents de vulgarisation et le niveau d'éducation sont les principaux facteurs qui déterminent le rendement du riz dans les périmètres rizicoles du Bénin. L'étude a également montré qu'il existe une différence entre le système irrigué avec maîtrise partielle de l'eau et le système irrigué avec maîtrise totale de l'eau. La disponibilité et la maîtrise de l'eau d'irrigation ont un impact direct sur le rendement du riz. L'application de ces résultats permettrait d'accroître probablement le revenu des riziculteurs en production irriguée et réduirait ainsi les importations de riz. La mise en place des projets d'irrigation permettra aussi d'améliorer la production et productivité du riz. Cependant, pour une durabilité des ressources en eau d'irrigation, des recherches futures devraient évaluer l'efficacité d'utilisation de l'eau par les producteurs.

Remerciements

Nous remercions l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) à travers son Programme Analyse de la Politique Agricole (PAPA) pour son appui scientifique et financier et les différents producteurs des périmètres rizicoles du Bénin.

Références

- [1] - K. OTSUKA AND K. YOKO, "Technology Policies for a Green Revolution and Agricultural Transformation in Africa." *Journal of African Economies*, 19 (S2) (2010) 60 - 96
- [2] - AFRICARICE, Centre du riz pour l'Afrique, "Acquis de la crise rizicole : politiques pour la sécurité alimentaire en Afrique", Cotonou, Bénin, (2011) 26 p.
- [3] - P. SECK, A. TOURÉ, J. COULIBALY, A. DIAGNE et M. WOPEREIS, "Africa's Rice Economy Before and After the 2008 Rice Crisis", Book chapter. In *Realizing Africa's Rice Promise*. Forthcoming, (2013) 138 p.
- [4] - G-J. ABEL, "Etude sur le développement des filières riz et maraîchage au Bénin". CTB, (2009) 77 p.
- [5] - CCR-B, "Rapport technique d'activités, Mai 2009 — Avril 2012". Secrétariat Permanent, (2012) 43 p.
- [6] - E. VERLINDEN, ET B.G. SOULE, "Etude de la filière riz au Bénin", Diagnostic-Plan d'Action. PADSE, (2003) 102 p.
- [7] - MAEP, Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la Pêche dans la "Stratégie Nationale pour le Développement de la Riziculture (SNDR) ", Bénin, (2010) 26 p.
- [8] - A. A. FALL, "Synthèse des études sur l'état des lieux chaîne de valeur riz en Afrique de l'Ouest", Bénin, Burkina-Faso, Mali, Niger et Sénégal, Rapport final, (2016) 83 p.
- [9] - PSDSA, "Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole, Orientations stratégiques 2025, Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 — 2021", Version finale, (2017) 132 p.
- [10] - D-D. KONNON, S. C. SOTONDJI, A. Y. ADIDEHOU, "Rapport de l'étude d'état des lieux de la filière riz au Bénin en 2014", Conseil de concertation des riziculteurs du Bénin, (2014) 97 p.
- [11] - P. GBENOU, "Evaluation participative du Système de Riziculture Intensive dans la basse vallée de l'Ouémé au Bénin", Thèse de doctorat unique en géographie et gestion de l'environnement, Université d'Abomey Calavi, Bénin, (2013) 214 p.
- [12] - Banque mondiale, "Analyse des options de promotion des aménagements hydroagricoles au Bénin". Rapport principal Version corrigée, (2010) 65 p.
- [13] - G. SOULE et R. BLEIN, "Les céréales au cœur d'une Afrique de l'Ouest nourricière", Synthèse sur les filières et les enjeux céréaliers en Afrique de l'Ouest, (2012) 80 p.
- [14] - A. DIAGNE, A-A. EYRAM, F. KOCHI et C. S. WOPEREIS MARCO, "Estimation of Cultivated Area, Number of Farming Household and Yield for major Rice Growing environments in Africa", Cotonou, Benin in *CAB International 2013. Realizing Africa Rice promise* (Eds M.C.S. Wopereis et al.), (2013)
- [15] - J. A. YABI, "Efficiency in rice production : Evidence from Gogounou District in the North of Benin. *Annales des Sciences Agronomiques*", 2 (12) (2009) 61 - 75
- [16] - J. A. YABI, A. PARAÏSO, R. N. YEGBEMEY, et P. CHANOU, "Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanville au Nord-Est du Bénin", BRAB 1025-2355 et ISSN en ligne (on line), (2012) 1840 - 7099
- [17] - S. DAHOUNSSI, "Analyse économique de la gestion de l'eau en relation avec une production rizicole durable dans la commune de Malanville", Thèse d'Ingénieur Agronome, FA/ UP, Parakou, Bénin, (2007) 120 p.

- [18] - R. C. GRIFFIN, J. M. MONTGOMERY and M. E. RISTER, "Selecting functional form in production function analysis, *Western Journal of Agricultural Economics*", 12 (2) (1987) 216 - 227
- [19] - H. BAO, TAN, "Cobb-Dougllass Production Function", (2008) Novembre 20, (2008)
- [20] - Y. NAKANO, I. BAMBA, A. DIAGNE, K. OTSUKA, ET K. KAJISA, "The possibility of rice green revolution in large-scale irrigation schemes in Sub-Saharan Africa", *World Bank Policy Research Working Paper*, 5560 (2011) 36
- [21] - J. M. WOOLDRIDGE, "Econometric analysis of cross section and panel data". Cambridge, Mass: MIT Press, (2002)
- [22] - A. ABDUL-GAFAR, S. XU, W. YU et Y. WANG, "Comparative Study on Factors Influencing Rice Yield in Niger State of Nigeria and Hainan of China". *International Journal of Agricultural and Food Research [IJAFR]* ISSN 1929-0969, Vol. 6, N° 1 (2017) 15 - 25 p.
- [23] - P. DAGNELIE, "Statistique théorique et appliquée (2 vol.)". Paris et Bruxelles, De Boeck et Larcier (1998) 508+ 659
- [24] - Y. BINGXIN, F. SHENGGEN, "Rice production response in Cambodia". *International Food Policy Research Institute*, Washington, DC. *Agricultural Economics*, 42 (2011) (2010) 437 - 450
- [25] - A. MECH, "An analysis of growth trend, instability and determinants of rice production in Assam". *Indian J. Agric. Res.*, 51 (4) (2017) 355 - 359