

FACTEURS DETERMINANTS DE LA PRODUCTIVITE DU RIZ EN ZONE OFFICE DU NIGER AU MALI

*A. K. SIDIBE¹, A. BOUARE², B. KONE³, F. BERTI⁴, P. LEBAILLY⁵

¹Université de Ségou/ Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, Belgique. Email : abdoulkader.sidibe@doct.uliege.be

²Agroéconomiste. Email: bouareym@gmail.com, assistant vacataire à l'Université de Ségou.

³Chef de programme-Ecofil / Institut d'Economie Rurale (IER), Email : kone_b@yahoo.fr

⁴Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, Belgique. E-mail: Fabio.Berti@uliege.ac.be; Phone. + 32 (0) 486795133

⁵Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Economie et Développement Rural, Passage des Déportés, 2 – 5030 Gembloux, Belgique. Email : philippe.lebailly@uliege.be

RESUME

Dans la perspective d'améliorer la production rizicole au Mali, le présent article a pour objectif de déterminer les facteurs déterminants de la productivité du riz dans la zone Office du Niger (ON).

La collecte des données a été réalisée auprès de cent cinq (105) riziculteurs dans les sept zones de production de l'ON soit quinze (15) producteur par zone. L'analyse a été faite à l'aide de la fonction de Cobb-Douglas augmentée. Cette fonction a été augmentée par les facteurs socioéconomiques (l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le statut matrimonial et la taille) des producteurs pouvant influencer la production pour expliquer le niveau de productivité a été utilisée

Les résultats ont permis de révéler que la superficie, les intrants agricoles (semence, les engrais organiques, les pesticides) et les facteurs socioéconomiques (sexe, l'âge, le niveau d'instruction et le nombre total de personne dans l'exploitation) constituent des déterminants de la production de riz en zone Office du Niger. Toutefois, la main d'œuvre a un effet négatif sur la productivité du riz et significatif

ABSTRACT

DETERMINING FACTORS OF RICE PRODUCTIVITY IN THE OFFICE OF NIGER (ON) AREA IN MALI

With a view to improving rice production in Mali, this article aims to determine the determining factors of rice productivity in the Office du Niger (ON) area.

Data collection was carried out with one hundred and five (105) rice farmers in the seven production zones of the ON, i.e. fifteen (15) producers per zone. The analysis was done using the augmented Cobb-Douglas function. This function was augmented by the socioeconomic factors (age, sex, level of education, marital status and size) of producers that can influence production to explain the level of productivity was used.

The results revealed that the area, agricultural inputs (seed, organic fertilizers, pesticides) and socioeconomic factors (gender, age, level of education and the total number of people on the farm) are determinants of rice production in the Office du Niger zone. However, labor has a negative and significant effect on rice productivity.

INTRODUCTION

Le Mali, pays où environ 75 % de la population vit de l'agriculture. Cette dernière contribue à 40 % du produit intérieur brut (PIB) et assure près de 30 % des recettes d'exportation. (CPS/SDR, 2019). Ce pays dispose d'un potentiel rizicole important avec des superficies considérées comme propices à l'irrigation estimée à près de 2 200 000 ha. Cependant, ce potentiel n'est évalué qu'à 36 % selon les données des CPS/SDR¹ en 2019 et il est étroitement lié à l'évolution des systèmes de production c'est-à-dire la maîtrise totale l'eau d'irrigation. Ainsi, ce grand potentiel pourrait lui permettre d'atteindre rapidement l'autosuffisance en riz. En effet, ce potentiel rizicole pourrait être aussi par la traversée de delta intérieur du fleuve Niger qui est également une richesse inestimable pour le pays et constitue un atout majeur pour le développement de l'agriculture au Mali.

Les zones offices (Office du Niger, Office Périmètre Irrigué de Baguinéda) demeurent, donc, les principaux pôles de production du riz qui est essentiellement assurée par des exploitations agricoles familiales. Le riz irrigué est produit essentiellement à l'Office du Niger

avec 94 % de la production totale de riz irriguée, correspondant également à 96,6 % de riz sous maîtrise totale de l'eau. La production totale de riz en maîtrise totale est 825 255 tonnes, représentant 97 % de la production de riz irrigué. Elle est suivie de la submersion contrôlée avec 1,6 %. (ON, 2019)

Au niveau national, entre les saisons 2000/2001 et 2018/2019, les superficies cultivées en riz et la production totale en paddy sont passées respectivement de 352 739 ha en 2001 à 790 642 ha en 2018, soit une augmentation de 124,1 %. (BELIERES et BOMANS., 2001) et (ON, 2019). Quant aux productions, elles sont passées de 214 548 tonnes à 3 002 526 tonnes, soit une augmentation de 1 299,5 %.

Quant à la zone ON, les superficies cultivées en riz au cours de la même période sont passées respectivement de 64 038 ha en 2001 à 153 452 ha en 2018, soit une augmentation de 139,6 %. Concernant la production, elles sont passées de 390 630 tonnes à 993 879 tonnes, soit une augmentation de 154,4 %. On constate que la production de la zone ON ne représente que 33,1 % de la production nationale. Les figures 1 et 2 montrent l'évolution de la production en superficie de 2000 à 2019 (BELIERES et BOMANS., 2001) et (ON, 2019)

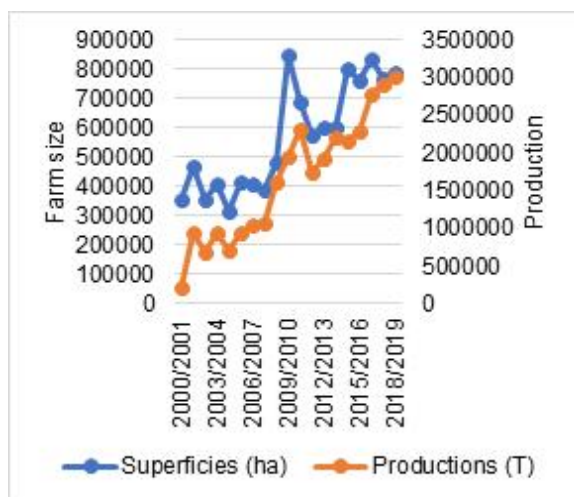


Figure 1 : Variation de la Production au niveau national.

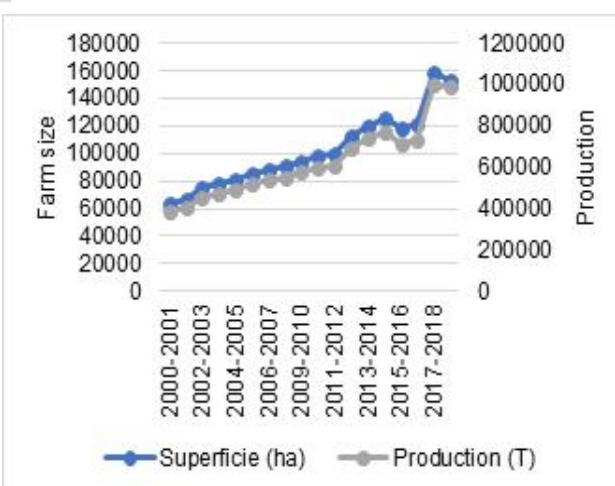


Figure 2 : Variation de la Production en zone ON.

Source : Data from CPS/SDR/ON, 2019

Rappelons également que la population de la zone ON était de 236 116 personnes en 2000 (BELIERES et BOMANS., 2001). Il a atteint 600 913 personnes en 2019 (ON, 2020). Quant au nombre d'exploitations, il est passé de 19 470 producteurs en 2000 à 78 816 producteurs en

2019, soit une augmentation de 304,8 %. Selon ROUDART et DAVE (2015), la surface irriguée par famille a fortement baissé depuis la fin des années 1970, au point que l'accès aux terres irriguées est devenu « l'enjeu majeur pour l'avenir de l'agriculture familiale dans cette zone. Cette

¹ Cellule de planification et de statistique/ Secteur du développement rural du Mali.

forte diminution est due à la croissance exponentielle de la démographie dans la zone. En 1798, MALTHUS défend la thèse selon laquelle une population sans contrôle des naissances croît suivant un ratio géométrique tandis que la production agricole évolue suivant un ratio arithmétique. (GAFSI, DUGUE., JAMIN et BROSSIER, 2007)

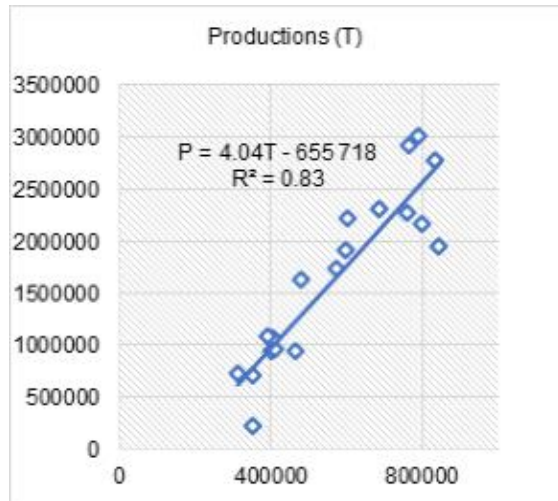


Figure 3 : Régression de la production linéaire au niveau national.

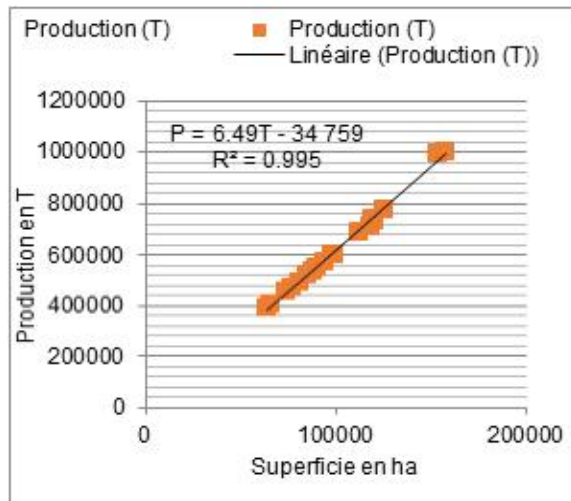


Figure 4 : Régression de la production linéaire en ON.

Source : Auteur à partir des données CPS/SDR/ON,2019.

L'équation de la droite de régression pour la production nationale de riz est $P = 4,04T - 655 718$. Ceci explique que si l'on augmente la taille de l'exploitation d'un hectare, la production nationale augmente de 4,05 tonnes, toutes les autres variables étant constantes.

L'équation de la droite de régression pour la production de riz dans la zone ON est $P = 6,49T - 34 759$ expliquant que si nous augmentons la taille de l'exploitation d'un hectare, la production dans la zone augmente de 6,49 tonnes, ceterus paribus.

Au niveau national, le coefficient de corrélation est noté R_1 , la relation entre la production

ricicole nationale et la taille de l'exploitation rizicole est d'environ 91 %. Il montre une corrélation très élevée. Le coefficient de détermination R^2 qui est de 82 %. L'ajustement est fort, la taille des exploitations rizicoles explique à elle seule jusqu'à 82 % de la production nationale.

Dans la zone ON, le coefficient de corrélation est R_2 , la relation entre la production de riz et la taille de l'exploitation rizicole est de 99,7 %, cela indique une corrélation presque parfaite. Le coefficient de détermination R^2 est de 99,5 %. L'ajustement est fort, la taille des exploitations rizicoles explique à elle seule jusqu'à 99,5 % de la production de la zone ON voir dans le tableau 1.

Tableau 1 : Dispersion et droite de régression linéaire de la production rizicole en fonction de la taille des exploitations rizicoles au niveau national et au niveau de l'ON.

Niveau national				Zone Office du Niger			
R1	R-squared	Adjusted R-squared	estimated std. Error	R2	R-squared	Adjusted R-squared	Estimated std. Error
0.91	0.8299	0.819	351 149	0.997	0.995	0.994	12 561.39
P = 4.04T - 655 718				P = 6.49T - 34 759			

La variable indépendante est la taille de l'exploitation rizicole (T) ; la variable dépendante est la production (P)

Source : Auteur à partir des données CPS/SDR/ON,2019.

Le riz est la deuxième composante de cultures sèches au Mali après le maïs (DIAMOUTENE, 2018). Malgré cette importance dans la consommation, sa productivité reste encore faible. En plus, le rendement est nettement en dessous de sa potentialité estimée à 5 ou 6 tonnes par hectare au niveau national (COULIBALY ET OUOLOGUEM, 2014). Ce faible rendement pourrait être expliqué par les variétés utilisées et adaptées dans la zone ON.

Indicateurs de mesure de la productivité agricole

Dans la revue, certains indicateurs sont utilisés afin de mesurer la productivité dans une entreprise agricole et/ou dans une exploitation familiale. (KABORE, 2010). Parmi ces indicateurs, nous pouvons retenir la productivité totale, partielle et marginale des facteurs. La définition de ces indicateurs est nécessaire afin de faciliter leur compréhension. La productivité partielle des facteurs (PPF) : mesure le niveau de production par rapport à l'un des facteurs de production. Son indice le plus utilisé dans l'économie est la productivité du travail (P/W), c'est-à-dire la production (P) par travailleur (W). La production peut être mesurée en fonction d'un seul produit agricole (riz) ou en termes d'agrégat de produits (céréale). Le deuxième cas, il faut utiliser les prix pour constituer des agrégats de produits (KABORE, 2010).

En effet, pour le cas de l'exploitation agricole, la production par unité de terre est généralement utilisée. Elle est couramment appelée rendement agricole. Comme avantage, ce rendement permet de différencier les zones en tenant compte leurs facteurs agroécologiques. C'est ainsi que la production par unité de terre est parfois utilisée comme indicateur pour mesurer l'amélioration de la production. Le producteur a la possibilité de modifier sa combinaison d'input (la substituabilité) pour maximiser sa production ou minimiser ses coûts. De ce fait, le niveau optimal s'obtient en égalisant le rapport des productivités marginales de facteurs au rapport de leur prix.

La productivité totale des facteurs (PTF) est le ratio entre un indice de la production totale et l'un des facteurs de production (capital, le travail et la superficie). Son taux de croissance est le taux de croissance de la production minorée du taux de croissance de l'indice des facteurs totaux. C'est la différence entre la croissance

effective de la production et celle qui se serait matérialisée en l'absence d'une augmentation de la productivité. Elle rend alors mieux compte du progrès technique. Toutefois, il existe souvent confusion entre productivité et rendement alors qu'ils diffèrent l'une de l'autre, car le rendement de l'exploitant peut augmenter sans que sa productivité n'augmente. Par contre, l'augmentation de la productivité implique nécessairement l'augmentation du rendement agricole. Cependant, leurs calculs sont identiques (SILEM et ALBERTINI., 2006).

Les facteurs climatiques tels que la température, le rayonnement solaire et le vent influencent le rendement du riz par leurs effets sur la croissance du plant et sur les processus physiologiques liés à la formation du grain. (FAO., 2003).

Ces facteurs affectent également indirectement le rendement en augmentant les dégâts causés par les maladies et les ravageurs. Les facteurs édaphiques qui sont liés comme la faible fertilité, la carence nutritionnelle, la salinité alcalinité, l'érosion. Les facteurs biotiques qui sont comme des adventices, des insectes ravageurs, des problèmes de semence et des maladies phytopathologiques etc. (FAO², 2003).

D'autres facteurs tels que les doses d'engrais, les dates d'application de l'engrais de couverture, types de systèmes de riziculture, nombre d'années d'utilisation des terres et qualité des semences utilisées, expliquent au seuil de 5% les rendements de riz observés dans le village de Sowé, Commune de Glazoué.

De même, la main d'œuvre les engrais, les pesticides, les semences, et le système d'irrigation ont été identifiées comme principaux déterminants de la productivité rizicole (HASNAIN, HOSSAIN, et ISLAM, 2015)

Les déterminants de la productivité du riz se résument entre autres à l'irrigation, les techniques de production et le personnel d'appui agricole (SOKVIBOL, HUA et LINVOLAK, 2016 PAMUK, BULTE, et ADEKUNLE, 2014).

Les facteurs environnementaux (fréquence d'arrosage, le degré d'ensoleillement, la capacité de rétention d'eau du sol, l'évapotranspiration et l'humidité relative) peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur la production rizicole selon les besoins de la culture. C'est ainsi que MAÏGA, ALOU HIMADOU, HAUGUI., SOULEYMANE et. IBRO en 2017 ont confirmé que la riziculture

Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.

irriguée avec une maîtrise plus ou moins totale de l'eau a eu des impacts positifs considérables sur la production rizicole.

HALIDOU (2021) a classé en trois catégories les principaux facteurs d'influence sur la production du riz tels que les facteurs agronomiques, les facteurs environnementaux et les facteurs techniques.

De nombreux facteurs concourent à influencer la productivité du riz sur les périmètres irrigués. On peut citer certains facteurs la variété de riz cultivée, la gestion de la fertilité des sols, la gestion de l'eau d'irrigation, les conditions climatiques, le respect du calendrier saisonnier etc. (HASNAIN, HOSSAIN, et ISLAM, 2015). Dans la zone ON, de nombreuses études ont été menées par rapport à l'efficacité technique sur la productivité du riz. Toutefois, il existe très peu d'études par rapport aux facteurs déterminants sur la productivité du riz d'où l'intérêt de cet article.

MATERIEL ET METHODES

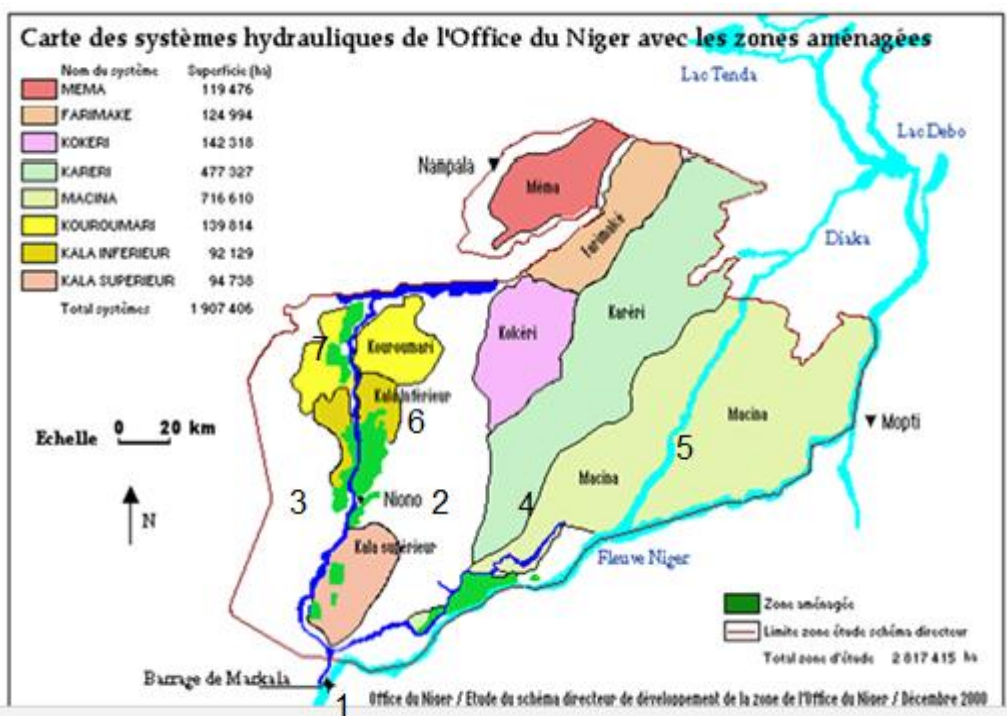
PRESENTATION DE LA ZONE ON

L'ON est le plus ancien des périmètres irrigués de l'Afrique de l'Ouest et l'un des plus étendus.

Il a été aménagé à partir des années 1930 dans le delta intérieur du fleuve Niger. Et il devait devenir, selon les premiers projets élaborés, le principal fournisseur de coton des industries textiles de la France coloniale, le grenier à riz de l'Afrique de l'Ouest et un lieu d'innovations techniques et sociales. Elle abrite une superficie de 2 458 506 hectares, dont 1 907 406 ha sont aménageables, et 1 445 000 ha en irrigation gravitaire (ON, 2017). Les grands ouvrages ont été conçus et construits parmi ceux-ci, il faut citer le pont-barrage de Markala situé sur le fleuve Niger à 35Km de Ségou (4^{ème} région économique) et 275 km environ de Bamako, la capitale du Mali.

L'ON est donc une zone de production Agricole où sont réalisés l'élevage, la pêche, et l'agriculture. Dans la zone ON plusieurs activités agricoles sont effectuées autour des ressources agricoles que sont le foncier agricole, l'eau, le couvert forestier et les espaces de pâturage.

Cependant, il existe trois (03) zones dans lesquelles sont réparties les différentes ressources à savoir la zone irriguée, la zone non irriguée et la zone périphérique (BELIERES et BOMANS, 2001). L'ON a sept zones de production qui se présentent sur la carte comme suite M'Bewani (1) ; Niono (2); Molodo (3) Kolongo (4); Macina (5); N'debougou (6); Kouroumari (7) Voir la carte 1.



Source : (ON, 2000)

Carte 1 : Aperçu de l'environnement d'étude.

ECHANTILLONNAGE

La collecte des données sur le terrain s'est déroulée sur sept mois (de juin à décembre 2017). Les investigations ont eu lieu dans les sept zones de l'ON. Cependant, afin de mettre à jour certaines informations dans le cadre de cette étude, les investigations se sont poursuivies jusqu'en novembre 2021. L'enquête a été réalisée auprès de cent cinq (105) riziculteurs soit quinze (15) producteurs par zone ; vingt-un (21) focus groupes soit trois (03) par zone et trente-cinq agents techniques de différents domaines soit cinq agents par zone.

METHODE ET OUTILS D'ANALYSE

Cette section traite des méthodes adaptées utilisées pour atteindre l'objectif de l'étude qui est les facteurs déterminants de la productivité du riz dans la zone ON.

Ainsi, sur la fonction de Cobb-Douglas augmentée, c'est-à-dire la fonction de production de Cobb-Douglas a été augmentée par les facteurs socioéconomiques des producteurs pouvant influencer la production. (SANIDAS & PARK, 2011). Ces facteurs incluent l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le statut matrimonial et la taille du ménage pour expliquer le niveau de productivité a été utilisée. Selon COELLI, RAO, DONNELL & BATTESE (2005)., la sortie produite Y est exprimée en termes d'utilisation d'un ensemble de variables d'entrée X mais l'hypothèse est que l'utilisation de ces entrées est sous le contrôle effectif du décideur.

$Y = f(X)$; Où Y est la sortie (ou production de l'exploitation rizicole) produite et X est le vecteur d'entrée (x_1, \dots, x_n)

Selon CAINELLI (2008), le résultat de la production agricole peut s'expliquer non seulement par les facteurs qui affectent directement la production, mais aussi par les facteurs de production agricole impliqués dans l'utilisation de ces facteurs (âge, le sexe, le niveau d'éducation) qui affectent directement la production. Ainsi, Y peut être exprimé comme suite :

$$Y = F(K, L)$$

Dans la production agricole, la production est exprimée en termes de capital, de terre, de semences, en tant que variables d'entrée directes. Certaines autres variables exogènes telles que les caractéristiques socio-

économiques peuvent également affecter la production produite. Dans ce cas, nous parlons de la fonction de production de Cobb Douglas qui peut être exprimée comme suit :

Où,

Y : est la production de l'exploitation de riz (autrement le rendement à l'hectare).

K : capital utilisé pour produire ; il est exprimé en termes de revenu du ménage producteur de riz ;

L : travail ou main-d'œuvre utilisée dans une rizière en termes d'hommes par jour

Superficie : est la portion de terre sur laquelle se pratique l'activité agricole. Elle est supposée homogène et, est généralement mesurée en hectare (ha). Toutefois, pour cette étude, elle est exprimée en m^2 car certains producteurs ont un hectare (1ha) or la régression log-linéaire d'un hectare est nulle ($\ln 1 = 0$)

Sem : la quantité de semences (qu'elles soient améliorées ou conventionnelles) est mesuré en Kilogramme (kg) ;

Sex : l'essence de cela est de voir si le sexe du riziculteur affecte la production de riz dans la zone d'étude et de mesurer la productivité moyenne entre les hommes et les femmes ;

Age : Age du riziculteur. L'objectif de l'utilisation de l'âge est de déterminer si l'âge affecte la productivité de riz ;

Scolarité (Niv-d-ins) : elle est mesurée par la proportion des chefs d'exploitation selon le niveau d'instruction formelle. Elle est utilisée comme variable binomiale : ceux n'ayant aucun niveau d'instruction (analphabétisme = 0), et ceux qui ont au moins le niveau primaire (alphabétisme = 1) ;

Taille des exploitations (Taille-expl) : Il s'agit de nombre de personnes dans la famille agricole

FerM : Engrais minéral utilisé en kg 'est à dire la quantité de NPK et de l'urée appliquée par hectare (kg/ha)

FertO : Engrais organique utilisé en kg/ha c'est à dire la quantité de la fumure organique apportée sur la parcelle de riz

PC : Produits chimiques (herbicide et insecticide), la quantité est généralement utilisée en litre (L) dans la zone ON de 1,75 L à 2L par hectare.

MS : Statut matrimonial utilisé comme variable

catégorielle, il permet de préciser le pourcentage de femmes qui propriétés de leur exploitation.

μ_i : c'est le terme d'erreur, variables non observées qui sautent notre attention dans la régression

La productivité agricole est définie comme la production par unité d'intrant » ou « la production par unité de superficie » par un certain nombre de chercheurs

$$E = \frac{Y}{X_i}$$

Où E représente le niveau de productivité, Y est la sortie et X_i est l'entrée spécifique.

La sortie optimale dépend de la combinaison optimale de l'ensemble disponible de variables d'entrée qui sont utilisées comme facteur de production.

Une combinaison optimale d'intrants permet d'obtenir une productivité élevée de la ferme. Tant de facteurs peuvent influencer cette combinaison optimale de variables d'entrée. Parmi les facteurs influençant la production rizicole, nous avons non seulement les facteurs de production (variables d'entrée) mais aussi les variables socio-économiques qui jouent un rôle important dans l'utilisation efficace des facteurs de production.

La transformation logarithmique de la fonction de production de Cobb Douglas a rendu le modèle linéaire en paramètres. Ainsi, les paramètres des intrants sont interprétés comme une élasticité moyenne partielle de la production par rapport aux variables d'entrée.

Travaux empiriques en relation avec les facteurs déterminants de la productivité agricole

De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'analyse des facteurs déterminants sur la productivité agricole en milieu rural. NDOUR (2017) fait ses analyses empiriques avec une fonction de production du type Cobb- Douglas qu'il estime à l'aide du modèle SFA³. C'est ainsi que le même modèle d'estimation sur 4275

exploitants agricoles a été utilisé par DJOMO et ONDOA en 2012 au Cameroun afin d'évaluer les effets du capital humain sur la productivité et le revenu agricole. Il ressort de ses résultats qu'une année supplémentaire d'éducation augmente la productivité de 11,078 %, et une année supplémentaire d'expérience à court terme augmente l'inefficacité de 2,443% mais l'expérience au carré augmente l'efficacité technique des producteurs de 2,325 %

IANNACCONE (1990) considère l'éducation comme une composante intégrante du capital humain qui dérive elle-même de plusieurs sources : les habilités, l'éducation générale acquise à l'école, l'éducation spécifique et l'imitation des autres. WELCH (1970), dans ses recherches, distingue trois effets de l'éducation sur la production agricole.

OBJECTIF

Cette étude vise à déterminer les facteurs déterminants sur la productivité du riz à partir des données collectées auprès de 105 producteurs de riz et des services techniques de la zone ON.

Suivant SANIDAS et PARK (2011), la fonction de production de Cobb Douglas a été utilisée pour estimer les effets de la taille de la ferme rizicole et des caractéristiques socio-économiques des agriculteurs sur la production rizicole.

$$Y_i = f(\beta_i, X_i, \delta_i, Z_i, \mu_i)$$

La forme de la fonction linéaire de Cobb Douglas :

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_i \ln X_i + \sum \delta_i Z_i + \mu_i$$

Où Y_i est la production de riz ; X_i sont les variables explicatives ; β_0 est l'interception ou la productivité totale des facteurs ; β_i et δ_i sont les paramètres de la fonction à estimer, Z_i sont des caractéristiques socio-économiques ou des variables exogènes du modèle et μ_i est le terme d'erreur décrivant les variables non observées. Le modèle élargi est :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 Super + \beta_2 \ln FertM + \beta_3 \ln FertO + \beta_4 \ln MO + \beta_5 \ln Sem + \beta_6 CP + \delta_1 Age + \delta_2 Sex + \delta_3 Edu + \delta_4 MS + \delta_5 Taille_expl + \mu_i$$

HYPOTHESES

H0 : Les facteurs déterminants de l'exploitation ont un effet sur la productivité du riz.

H1 : Les facteurs déterminants de l'exploitation n'ont aucun effet sur la productivité de riz

Validation de l'hypothèse :

Le test T de student a été utilisé pour valider l'hypothèse nulle (H0)

$$T_cal = \frac{\beta_i - a}{SE(\beta_i)}$$

T_cal = valeur calculée ; β_i = paramètre estimé pour la ième variable explicative et a = la valeur restreinte,

$SE(\beta_i)$ = erreur standard du ième paramètre

Si $T_cal \geq T_crit$, rejeter H_0 en faveur de H_a

RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS

L'analyse et l'interprétation des résultats sont structurées en deux points à savoir la description

statistique des variables et l'estimation de la fonction de production de Cobb Douglas augmentée. La catégorisation des facteurs de production et des variables socio-économique permet grâce à des indicateurs de tendance centrale et de dispersion de faire une analyse globale sur les producteurs du riz dans la zone ON. Il s'agit de l'analyse des variables quantitatives et des variables qualitatives.

Description des variables quantitatives

Les résultats du tableau 2 montrent que la production moyenne par ménage est de 14,3 tonnes avec un minimum de 0,9 tonne, un maximum de 76,5 tonnes et un écart type de 13 tonnes. La superficie moyenne des exploitations est de 3,35 hectares avec un minimum de 0,25 hectares, un maximum de 17 hectares et un écart type de 3,26 hectares. La taille du ménage est de 17 personnes en moyenne avec un minimum de 03 personnes et un maximum de 71. Quant au nombre de population active agricole, il est en moyenne de 6,4 avec un minimum de 0 et un maximum de 40, cela est dû au fait que dans la zone de l'ON, certains ménages embauchaient entièrement leur main-d'œuvre. L'âge moyen du chef de ménage est de 49 ans avec un minimum de 22 ans, un maximum de 76 ans et un écart type de 10,5 ans.

Tableau 2 : Variables quantitatives.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Production (kg)	105	14326.2	13015.09	900	76500
Superficie (m ²)	105	3.35	3.26	2500	170000
Semence (kg)	105	214.55	211.43	20	1120
Fert M (kg)	105	847.62	945.91	150	4560
Fert O(kg)	105	1764.10	1901.80	200	7800
CP (l)	105	767.019	732.6634	0	4000
Main d'œuvre (heure)	105	556.31	456.20	120	2500
Age	105	48.69	10.51	22	76
Taille de d'expl	105	17.38	14.91	3	71
nb_Male	105	8.89	8.46	1	46
nb_female	105	7.23	6.50	1	38
nb_actif	105	6.36	5.53	0	40

Source : Auteur, 2021

Description des variables qualitatives

Les résultats du tableau 3 montrent que les hommes représentent 96 % des exploitants, le statut matrimonial des exploitants est de 99 %

mariés dont 71 % polygames et 28 monogames dans la zone. Cela est dû au poids de la tradition, des coutumes et des mœurs. Le niveau d'éducation est trop bas dans la zone soit 78% des chefs d'exploitation.

Tableau 3 : variables qualitatives.

Variabes	Fréquence	Pourcentage
Sexe des chefs exploitations		
Homme	101	96,19
Femme	4	3,81
Statut matrimonial chefs		
Marié monogame	29	27,62
Marié polygame	75	71,41
Celibataire	1	0,95
Niveau d'instruction		
Analphabète	82	78,10
Alphabétisé	23	21,90

Source : Auteur, 2021

Analyse de corrélation

Cette analyse mesure le degré de corrélation entre des variables quantitatives telles que la production totale (kg), la superficie de l'exploitation (m²), la quantité de semences utilisées (kg), les engrais organiques et minéraux (kg), les produits phytosanitaires (en litres), la charge en eau (F cfa) et la population active totale occupée (en heures par jour).

L'analyse du tableau 4 indique un niveau de corrélation forte entre la production, la superficie, et la quantité des semences utilisées. Il existe également un niveau de corrélation entre la production et la main d'œuvre les produits chimiques et l'utilisation des fumures organiques. Par contre, la corrélation est presque nulle entre la production et l'âge des chefs d'exploitations, voire elle est négative avec la taille totale des personnes en charge de l'exploitation.

Tableau 4 : Analyse de corrélation.

	Production (kg)	Superficie (m ²)	Semence (kg)	Fum-Min (kg)	fum-Org (kg)	ppcl	mothj	Nb_tot_per	nb_actif
Production (kg)	1.0000								
Superficie (m ²)	0.9375	1.0000							
Semence (kg)	0.9180	0.9822	1.0000						
Fum-Min (kg)	0.8062	0.9317	0.9346	1.0000					
fum-Org (kg)	0.6645	0.7035	0.6910	0.5784	1.0000				
ppcl	0.6574	0.6571	0.6719	0.5772	0.4974	1.0000			
mothj	0.6122	0.6627	0.6627	0.5869	0.5922	0.5160	1.0000		
Age_chef	0.0214	-0.0194	-0.0344	-0.1158	0.0376	0.0812	-0.0224	1.0000	
Taille_expl	-0.1075	-0.1080	-0.1116	-0.0678	-0.1724	-0.0934	-0.0644	0.1605	1.0000

Source : Auteur, 2021

Le **tableau 5** est le résultat de la régression log-linéaire de la production totale en fonction de facteurs de production tels que la superficie récoltée, la main-d'œuvre (totalité de la main-d'œuvre employée) et les caractéristiques socio-

économiques (sexe, âge, niveau d'éducation, taille du ménage et état matrimonial). Elle est exprimée en m² car certains producteurs ont un hectare (1ha) car la régression log-linéaire d'un hectare est nulle ($\ln 1 = 0$)

Tableau 5 : Description des variables qualitatives.

MS Number of obs	=	104
F (11, 92)	=	84,44
Prob > F	=	0,0000
R-squared	=	0,9097
Adj R-squared	=	0,8991
Root MSE	=	0,2926

Inproduction	Coef.	t	P>t
Insuperficie	506**	2,37	0,020
Insemence	6015***	2,77	0,007
InFM	-188***	-2,70	0,008
InFO	032	0,61	0,544
InPPC	061**	2,64	0,010
InMOT	-171***	-2,87	0,005
Sexe	183	1,18	0,239
Statut_mat	025	0,47	0,637
Age_chef	001	0,37	0,710
Niv_d_ins	037	0,50	0,615
Taille_expl	-001	-0,80	0,425
_cons	7,045	6,84	0,000
RET ⁵	1,1		
SMOI ⁶	0,85		

Source : Auteur, 2021

Le test de significativité du modèle utilisé indique que ce modèle explique à 84,44 % le résultat attendu à 1 % de niveau significatif.

R² est environ 0,91 nous montre que les variables indépendantes choisies expliquent à 91 % la variable dépendante (productivité).

La somme des coefficients des facteurs de production (superficie, main d'œuvre, semence, les fertilisants et les produits chimiques) est de 0,85 < 1. Cela montre un rendement d'échelle décroissant ce qui signifie que l'augmentation de ces facteurs de production de 1%, augmentera la production totale de 0,85 %.

Le coefficient de main d'œuvre est négativement significatif à 1 %. Cette relation négative entre la productivité et la main d'œuvre peut être expliquée par l'existence d'un nombre trop élevé de main d'œuvre chez les petits producteurs. De ce fait, toute augmentation de la main d'œuvre entraîne un encombrement, ce qui

diminue la productivité de la main d'œuvre et par conséquent une diminution de la production. C'est la troisième phase de la fonction de production.

DISCUSSION

L'analyse de ce résultat montre que seuls la superficie et les intrants agricoles (semence, les engrais organiques, les pesticides et les facteurs socioéconomiques (sexe, l'âge, le niveau d'instruction et le nombre total de personne dans l'exploitation) ont un effet positif sur la productivité dans la zone ON avec leurs coefficients de 0,5 pour la superficie et 0,54 pour les intrants et sont significatifs à 5 % pour la superficie et les pesticides et à 1 % pour les semences et les fumures minérales. Concernant les semences, notre résultat a été confirmé par KONE, AMADJI, ALIOU, DIATTA et AKAKPO

RET : Rendement d'échelle total compte tenu des caractéristiques socio-économiques

SMOI : Superficie-Main d'œuvre -Intrants : Rendement à l'échelle compte tenu de la taille de l'exploitation (terre) et de la main-d'œuvre

** significatif à 5% et *** significatif à 1%

en 2011 que l'utilisation des variétés adaptées a un effet sur le rendement de la production du riz. En 2017, Coulibaly et al ont aussi mis en évidence que l'apport d'engrais, et les semences utilisées ont de l'influence positive sur la production rizicole. En outre, HALIDOU en 2021 confirme que les variables tels que la variété de riz, le type et la quantité de fertilisants constituent les principaux facteurs d'influence sur la productivité du riz.

Quant à la superficie, notre résultat rejoint les conclusions d'ABDALLAH (2016) et TIJANI (2006) qui ont trouvé un lien positif et significatif entre superficie et production. Cela signifie donc que lorsque les riziculteurs ont suffisamment de terres, leur production de riz s'améliore considérablement. Il a également été confirmé par CHANDIO en 2017 que la taille de l'exploitation est le facteur dominant dans l'amélioration de la production de riz ainsi que l'efficacité technique des petits producteurs du Sindh au Pakistan. Il a également été prouvé par Coulibaly et al en 2017 que le facteur taille de l'exploitation a un effet significatif sur la production, une augmentation de 1 % de la surface de production entraîne une augmentation de la production de riz de 0,51 %.

En somme, nous avons trouvé que les variables superficie et les intrants agricoles (semence, les produits phytosanitaires, engrais organiques) ont une contribution plus élevée à l'augmentation de la productivité du riz dans la zone ON avec un coefficient de 0,85.

Par contre, la main d'œuvre (-0,177), les engrais minéraux (-0,188) et la taille des exploitations (-0,001) ont des effets négatifs sur la productivité du riz dans la zone. Toutefois, la main d'œuvre, les engrais minéraux sont significatifs. Ce résultat est en contradiction avec celui de DANQUAH et OUATTARA (2014), qui ont confirmé que l'analyse empirique sur l'Afrique Sub-saharienne (particulièrement Mali, Burkina Faso, Niger.) que le capital humain n'a pas d'effet significatif sur la productivité totale. Araujo *et al.* (1999) observent aussi un effet négatif du capital humain moyen des agriculteurs sur leur production. Ce capital humain représente la main d'œuvre dans le cas de notre étude.

AZHAR (1991) a mené une recherche sur l'effet de l'éducation sur l'efficacité technique des producteurs pakistanais à la période 1976-1977. L'estimation a été faite avec une fonction de production Cobb-Douglas par la méthode des

MCO⁴. Il montre que l'éducation élémentaire (4 années de scolarisation) n'est pas suffisante pour assurer un effet positif sur la productivité agricole. En comparaison avec notre résultat, le niveau d'instruction a un effet positif non significatif sur la productivité du riz dans la zone.

CONCLUSION

Le présent article avait comme objectif de déterminer les facteurs déterminants de la productivité du riz dans la zone ON.

Les élasticités ont également permis de déterminer les effets des facteurs sur la productivité du riz. Par contre, les fumures minérales et la main d'œuvre ont des effets négatifs. Les facteurs (semence, pesticides et superficie) agissent positivement et significativement sur la production du riz dans la zone ON.

Au regard des résultats obtenus, des mesures d'interventions des décideurs permettant d'accroître la productivité des riziculteurs doivent être prises. Plus spécifiquement l'ON doit veiller au respect de dose d'engrais minéraux recommandés afin de palier leurs effets négatifs sur la productivité du riz.

Le niveau d'éducation étant trop faible (seuls 21 % sont alphabétisés), par conséquent, une politique visant aussi à augmenter le nombre de personnes alphabétisées dans les exploitations est nécessaire afin d'augmenter la productivité agricole. Cela pourra se faire par la création des centres de formation et d'alphabétisation pour améliorer la capacité des producteurs à lire et à écrire. Il faut également noter l'insécurité grandissante dans la zone, cela ne pourrait pas encourager les producteurs à perdurer dans leur activité.

Notre étude a des limites comme toute recherche scientifique. Les données primaires utilisées sont pour une seule période et son épurée a conduit un échantillon très restreint. Toutefois elles permettent de voir les effets des déterminants sur la productivité.

En perspectives, d'autres chercheurs peuvent étendre la recherche en utilisant des données de panel afin de mieux percevoir l'évolution et les effets des facteurs déterminants sur la productivité des produits agricoles en général et du riz en particulier dans la zone ON.

REFERENCES

- ABDALLAH, A.-H. (2016). « *Agricultural credit and technical efficiency in Ghana: is there a nexus?* Agric. Financ Rev. 76, 309–324.
- Azhar, R.A. (1991). « *Education and Technical Efficiency during the green revolution in Pakistan.* » Economic Development and cultural Change vol. 39 No.3, 651-665.
- BELIERES Fet BOMANS E (2001). « *Caractérisation des exploitations agricoles de la zone de l'Office du Niger en 2000. Ségou (Mali) : Office du Niger ; DADR-URDOC ; Nyeta Conseils?*
- CAINELLI, G. (2008). « *Spatial Agglomeration, Technological Innovations, and Firm Productivity: Evidence from Italian Industrial Districts.* Growth & Change, 39(3), 414–435.
- CHANDIO, A.A., YUANSHENG J GESESSE A T ET DUNYA R (2017) « *The Nexus of Agricultural Credit, Farm Size and Technical Efficiency in Sindh, Pakistan: A Stochastic Production Frontier Approach*
- COELLI, T. J., RAO, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). « *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, 2nd Edition.* Springer (Vol. 41). <https://doi.org/10.2307/2531310>
- COULIBALY Y ET A OUOLOGUEM (2014) « *Etude sur les chaînes de valeur riz au Mali* »
- CPS/SDR (2019) « *Plan de campagne agricole consolidé et harmonisé 2018/2019* ». Rapport annuel
- DANIEL G. I. (2019) « *Analyse des différences d'efficacité entre les sexes des exploitations de riz dans le département de Divo, en Côte d'Ivoire.* IOSR-Journal of Economics and Finance, 10 (6) 63 - 69, DOI: 10.9790/59331006046369
- DANQUAH, M. et OUATTARA, B. (2014). « *Productivity growth, human capital and distance to frontier in sub-saharan Africa.* » Journal of Economic development Vol.39, No.4, 27-48.
- DIAMOUTENE A. K.(2018) « *Accès au crédit agricole et performance agricole dans la zone Office du Niger : cas de la culture du riz*
- DJOMO, N.M. et ONDOA ; AH (2012) « *Capital social, capital humain et efficacité technique dans le secteur agricole au Cameroun.* » Dakar : Fond de recherche sur le climat d'investissement et de l'environnement des affaires (FR-CIEA), Vol. 28.
- FALADE, A.E.D.S. (2003). « *Analyse des déterminants de la production rizicole. Cas du village de Sowé, Commune de Glazoué.* » Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA / UAC, 130 p.
- FAO. (2005). « *The agricultural household – concepts and definitions. In Food and Agriculture Organization* » (Vol. 1993, Issue pp.).
- FAO. (2003) « *Commission internationale du riz organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture* » ISBN 92-5-204684-4
- GAFSI. M, DUGUE. P, JAMIN J.Y, BROSSIER.J (2007). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre: enjeux, caractéristiques et éléments de gestion.* Versailles: Éd. Quae.
- HALIDOU D H. (2021). « *Étude des facteurs influençant la productivité du riz au Niger : Cas du périmètre irrigué de Toula* » Afrique SCIENCE 18(1) 148 - 158
- HASNAIN.N, HOSSAIN.E, et ISLAM.K (2015). *Technical Efficiency of Boro Rice Production in Meherpur District of Bangladesh: A Stochastic Frontier Approach.* American Journal of Agriculture and Forestry, 3 (2) - 31 - 37
- IANNACCONE, L.R. (1990). « *Religious Practice: A human capital approach.* » Journal for the Scientific study of religion vol. 29 No.3, 297-314.
- KABORE, T. (2010). « *Impact du capital humain sur la productivité agricole au Burkina Faso.* » Ouagadougou 4-6 decembre, Burkina Faso : Papier présenté à la conférence Internationale sur l'agriculture
- KONE B. AMADJIG L, ALIOU S, DIATTA S et AKAKPO C (2011) « *Nutrient constraint and yield potential of rice on upland soil in the south of dahomey gap of west Africa.* » Archives of Agronomy and Soil Science, 57 (7) 763 - 774
- MAÏGA I. M, ALOU HIMADOU.A., HAUGUI. A, SOULEYMANE A. et IBRO. G (2017) « *Normes techniques et pratiques locales des producteurs dans les périmètres rizicoles irrigués de Toula et Bonfeba au Niger.* » African Crop Science journal, 25 (4) 441 – 456
- NDIAYE M. (2018) « *Analyse De L'efficacité Technique Des Exploitations Agricoles Familiales À Maurice*»
- NUAMA E. (2010). « *Efficacité technique des riziculteurs ivoiriens : la vulgarisation en ques-*

- tion, *Économie rurale* [En ligne], 316 | DOI : 10.4000/économie rurale.2598, (2010).
<http://journals.openedition.org/economierurale/2598> (19/11/2020)
- NDOUR, C. T. (2017). « *Effects of Human Capital on Agricultural Productivity in Senegal.* » *World Scientific News*, 64, 34-43.
- O N (2000). « *Etude du schéma directeur de développement de la zone ON* »
- ON (2017). « *Campagne Agricole 2016-2017.* » Rapport annuel
- ON (2019). « *Campagne Agricole 2018-2019.* » Rapport annuel
- ON (2020). « *Plan de campagne agricole 2019/2020.* » Rapport annuel
- PAMUK, H, BULTE, E. et ADEKUNLE, A. (2014). *Does decentralized innovation systems promote agricultural technology adoption? Experimental evidence from Africa.* » *Food Policy*, 44 -227 - 236
- ROUDART. L, DAVE. B (2015). « *Accès à la terre et à l'eau dans la zone de l'Office du Niger au Mali : les propositions de réforme du Syndicat des exploitants agricoles familiaux.* »
- SANIDAS, E., & PARK, H. (2011). « *Korean Augmented Production Function: The Role of Services and Other Factors in Korea's Economic Growth of Industries* ». *Journal of Economic Development*, 36(1), 59–85. Retrieved from <http://www.jed.or.kr/%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ecn&AN=1230812&site=bsi-live>
- SILEM, A. et ALBERTINI, J.M. (2006). « *Lexique d'économie.* » Dolloz Sirey
- SOKVIBOL K, HUA L and LINVOLAK P (2016). « *Technical Efficiency and Its Determinants of Rice Production in Cambodia.* », *Journal of Economics*, 4 (22) , Doi:10.3390/economics4040022
- TIJANI. A. (2006). « *Analysis of the technical efficiency of rice farms in Ijesha Land of Osun State, Nigeria.* » *Agrekon* 45, 126–135.
- WELCH, F. (1970). « *Education in production.* » *Journal of political economy* Vol. 78 No.1, 35-59.